WIADOMOŚCI TECHNICZNO-ARTYLERYJSKIE

Nr. 13.

MARZEC 1932 r.

TREŚĆ:

SOMMAIRE:

UWAGA: Liczby, umieszczone nad tytułami poszczególnych artykułów w tekście, oznaczają symbole klasyfikacji dziesiętnej.

Ppłk. dr. FELSZTYN TADEUSZ.

AMUNICJA KARABINOWA O BARDZO DUŻEJ SZYBKOŚCI POCZĄTKOWEJ.

I.

Szybkość początkowa amunicji karabinowej przed wojną nie przekraczała, jeżeli uwzględnić typy oficjalnie wprowadzone do uzbrojenia, wielkości 900 m/sek. Studja teoretyczne, przeprowadzane przez poszczególne instytuty badawcze, przewidywały możność konstrukcji broni o małym kalibrze (ok. 6,5 mm), a szybkości 1000 m/sek.

Problemy, jakie wojna narzuciła technice w zakresie broni piechoty, oddaliły umysły konstruktorów od zagadnienia dużej szybkości początkowej. Walka z pancerzem, pojawiającym się w pierwszym rzucie bojowym (tarcze ochronne k. m., hełmy, a później czołgi) zmusiła do poszukiwania pocisku o większej zdolności przebicia. Walka z lotnictwem postawiła na porządek dzienny problem pocisku smugowego, lub smugowo-pancernego. Aktualnym stał się pocisk zapalający. Potrzeby ognia k. m. wyłoniły nie rozwiązane dotychczas zagadnienie pocisku do wstrzeliwania się. Wszystkie te pociski specjalne wymagały dużej wewnętrznej pojemności. Tem samem na pierwszy plan wysunęła się sprawa kalibru, stojąca — wobec energji odrzutu broni ograniczonej użytecznością bojową sprzętu — w sprzeczności z zagadnieniem dużej szybkości początkowej. Zagadnienie walki z czołgiem zmusiło nawet do przekroczenia granicy 8 mm, największego kalibru broni piechoty przed wojną i do konstrukcji k. m. kalibrów około 13 mm, 18 mm, 20 mm, a nawet i większych.

Równocześnie zastosowanie artyleryjskich metod strzelania do ognia c. k. m. wyłoniło zagadnienie zwiększenia donośności amunicji piechoty. Dla każdego balistyka było rzeczą jasną, że uzyskać to można jedynie przez prace nad odpowiednim kształtem pocisku, w którym to kierunku — jak to wynikało z zakończonych w 1911 r. badań szwajcarskich, — dużo było jeszcze do zrobienia. Zwiększenie bowiem szybkości początkowej, nieuchronnie związane ze zmniejszeniem kalibru broni, jeżeliby nawet dawało zyski w donośności, to w każdym razie o wiele mniejsze, niż polepszenie kształtu pocisku. Dlatego też problem szybkości początkowej w karabinie nie był w pierwszych latach po wojnie przedmiotem zainteresowania techników uzbrojeniowych.

Prace zaś nad zwiększeniem szybkości początkowej zapoczątkowano w zupełnie innej dziedzinie, a mianowicie w dziale broni myśliwskiej.

Pierwszą rewelacją tego typu był pocisk myśliwski Savage H. P. kal. 5,56 mm, ważący zaledwie 4,52 g, o szybkości początkowej 930 m/sek. Po nim pojawił się nabój Savage 25-3000, kalibru 6,5 mm, pocisk ważący 5,6 g, o szybkości początk. ok. 1000 m/sek; dalej Niedner 6,5 mm, pocisk — 4,08 g, szybkość ok. 1100 m/sek.[1]).

Naboje te zapoczątkowały namiętną polemikę pomiędzy zwolennikami broni myśliwskiej o dużym kalibrze, a zwolennikami naboi kalibru małego, lecz o dużej energji lotu pocisku. W polemice tej, której odgłosy dziś jeszcze pojawiają się na łamach fachowej prasy myśliwskiej i sportowo-strzeleckiej, na argumenty większej płaskości toru, krótszych czasów przelotu, a tem samem łatwiejszego trafienia zwierzyny pociskiem o większej szybkości,—odpowiadali zwolennicy kalibru większego zarzutem rzekomo niedostatecznej „mocy zatrzymującej" tego pocisku. Wedle nich bowiem jedynie pocisk o stosunkowo dużym kalibrze może, trafiwszy zwierzynę, porazić tak dużą ilość ośrodków nerwowych, że zwierzę trafione pada natychmiast. Natomiast, wedle nich, pocisk mniejszego kalibru, nawet jeśli zadaje ranę śmiertelną, to jednak nie zatrzymuje z miejsca i zezwala trafionej nawet śmiertelnie zwierzynie ujść myśliwemu.

Tymczasem rzeczywistość polowań zadała kłam tym twierdzeniom, Okazało się, że z jednej strony nawet największy kaliber

---

[1]) Kpt. Podoski: „Bronie myśliwskie o większej szybkości początkowej", Przegląd Strzelecki i Łuczniczy. 1926 r. str. 62. Podane tu wartości szybkości początkowych oparte są na danych katalogowych, są więc niewątpliwie nieco przesadzone (przyp. aut.).

nie zapewnia natychmiastowego zatrzymania, jeżeli miejsce trafienia jest nie dość czułe. Z drugiej zaś,—że pociski lekkie o bardzo dużej szybkości mają o wiele większą moc zatrzymującą, niż ciężkie, ale powolne. Szczególnie zajmujące są przytem spostrzeżenia, poczynione przy polowaniu na grubego zwierza (słonie, nosorożce, niedźwiedzie), gdzie lekkie pociski o dużej szybkości w pełni wykazały swą przydatność. Liczne opowiadania z polowań, ogłaszane obszernie m. in. w „American Rifleman", są tego najlepszym dowodem. Przykłady, które podam w dalszym ciągu, będą doskonałym potwierdzeniem tej tezy.

Okazało się więc raz jeszcze, jak mało wiarogodne są wszelkie wzory empiryczne, jeżeli odniesiemy je do zjawisk, leżących poza granicami, dla których wzory te sprawdzono doświadczalnie, i jak zawodne są nadzieje tych, którzy własną niedoskonałą sprawność strzelecką chcieliby zastąpić rzekomą niezawodnością pocisku.

Twierdzenie o jakoby małej sile zatrzymującej lekkiego pocisku jest nieporozumieniem, wynikłem z mechanicznego przeniesienia spostrzeżeń, poczynionych w jednej dziedzinie, na dziedzinę zupełnie inną.

Istotnie, w pistoletach duża moc zatrzymująca związana jest ściśle z kalibrem. Wynika to poprostu z tego, że krótka lufa i ograniczony odrzut zmuszają do stosowania w pistoletach szybkości stosunkowo małych. A przy nich istotnie ilość porażonych ośrodków nerwowych zależy wyłącznie od kalibru; im więc większy kaliber, tem skuteczniejszy pistolet[2]).

Nawiasem mówiąc, jest rzeczą zupełnie możliwą, że wynik prac, które omówię w dalszym ciągu, zezwoli na znaczne zwiększenie szybkości początkowych w pistoletach, a tem samem obali tę, w tej dziedzinie dotychczas bezsporną, przewagę dużego kalibru nawet i w pistoletach.

W zastosowaniu jednak do karabinów, gdzie szybkości mogą być o wiele większe, zachodzi zupełnie nowe zjawisko. Z chwilą bowiem, gdy szybkość lotu pocisku przekroczy pewną wielkość, którą nazwę *szybkością krytyczną*, a która zależy zarówno od pocisku jak i od rodzaju uderzonego ciała (dla celów żywych można ją w przybliżeniu określić dla pocisku karabinowego na 600 m/sek[3]),

---

[2]) Sprawę tę omówiłem obszernie w artykule p. t. „Działanie pocisku w celu" Przegląd Strzelecki i Łuczniczy Nr. 5-6 z 1929 r. str. 114 i nast.

[3]) Gen. Journée, „Tir des fusils de chasse" 3 wyd. Paris 1920 str. 210.

wywołuje on w ciele uderzonem swoisty skutek, zwany przez Cranz'a „pozornie wybuchowem działaniem pocisku". Polega ono na tem, że kiedy pocisk uderzy w zbiornik, zawierający płyn (a więc i w wewnętrzne organa w ciele ludzkiem i zwierzęcem), mokrą kulkę glinianą, kość i t. p., to ciało uderzone zachowuje się tak, jak gdyby w jego wnętrzu nastąpił wybuch. Ściany zbiornika pękają (zaobserwowano niejednokrotnie, że np. przy trafieniu w mózg czaszka się rozrywa), kulka gliniana i kość poprostu rozlatują się w drobne kawałki. Zjawisko to próbowano nieraz tłumaczyć dużem ciśnieniem hydraulicznem, powstającem przy uderzeniu pocisku w naczynie z płynem[4]). Jednak fakt, że zachodzi ono nie tylko w naczyniach z płynem, oraz szczegółowa analiza, jaką Cranz przeprowadził przy pomocy kinematografu balistycznego (5000 zdjęć na sekundę), wykazująca, iż szybkość przenoszenia się zaburzeń w ciele uderzonem jest dużo mniejsza, niż szybkość głosu,—zmuszają do szukania innego wyjaśnienia.

Otóż wedle Cranza — pocisk, oddając część swej energji cząsteczkom uderzonego ciała, nadaje im dużą energję kinetyczną. Cząsteczki te stają się więc nowemi drobniutkiemi pociskami, przekazują tę energję cząsteczkom sąsiadującym i t. d., aż szybkość ostatnich cząsteczek stanie się równa zeru. Jasną jest rzeczą, że działanie pocisku będzie tem większe, im większa jest jego szybkość, a im mniejsze — tarcie wewnętrzne uderzonego ciała; największe więc w wodzie, a równe zeru (przy szybkościach próbowanych, a więc nie ponad jakieś 850 m/sek) w suchym piasku[5]).

To tłumaczenie zjawiska pozornie wybuchowego działania naprowadziło również na przypuszczenie, że dla każdego ciała musi istnieć pewna „szybkość krytyczna", po przekroczeniu której pocisk uderzający w to ciało wywoła w nim działanie „pozornie wybuchowe". Istotnie, tego rodzaju zjawiska można zaobserwować w uderzeniu pocisku o bardzo dużej szybkości w deskę drewnianą. I tak, pocisk kal. 6,85 mm, coprawda specjalnie budowany, bo zawierający w ostrzu drobną bańkę powietrza, wyrywa w desce, uderzając w nią z szybkością ponad 900 m/sek, dziury około 20 mm.[6]) Niewątpliwie dużą część działania należy tu przypisać owej bańce powietrza. Ale, niewątpliwie, sama nie wywarłaby ona tego skutku. Dużą rolę gra tu również owo pozornie „wybuchowe działanie".

[4]) Lorenz „Ballistik".

[5]) Cranz „Ballistik". Wyd. 5. Berlin 1925 str. 489.

[6]) Por. odnośnik 2.

Pozornie wybuchowe działanie pocisku, jak każde jego działanie w celu, polega na oddawaniu przez pocisk części swej energji ciału uderzonemu. Co jednak tu jest charakterystyczne i zasadniczo różne od zwykłego przebijania, to fakt, że decydującą rolę gra tu nie *energja* uderzającego pocisku, lecz jego *szybkość*. Istotnie, pocisk o dwukrotnie większej energji, jeżeli szybkość jego nie przekroczyła krytycznej dla danego ciała szybkości, nie wywoła działania „pozornie wybuchowego", jakie spowoduje pocisk o mniejszej coprawda energji, ale zato większej szybkości. Jest to zresztą zupełnie zrozumiałe. Jeżeli bowiem będziemy powoli oddzierać jedną cząsteczkę od drugiej, to włożona w tę pracę energja zużyje się jedynie na pokonanie sił międzycząsteczkowych, nie wywołując żadnego innego skutku. Ażeby „pozornie wybuchowe" działanie mogło powstać, trzeba aby oderwana cząsteczka sama działała jak mały pocisk, by więc posiadała — wobec swej ograniczonej masy — dostateczną szybkość. A do tego potrzebna jest przedewszystkiem odpowiednia szybkość pocisku.

Na podstawie powyższych danych i rozważań można więc twierdzić, że pocisk lekki, o bardzo dużej szybkości posiada—mimo swój mały kaliber—siłę zatrzymującą bardzo dużą, tem większą, im większa jest jego szybkość. Tem więc wyjaśnia się duże działanie lekkich pocisków, stanowiąc podstawę ich rozwoju.

Prace amerykańskie zatrzymały się na szybkości ok. 1100 m/sek. Większe szybkości dla broni myśliwskich zdawały się istotnie na razie zbędne.

Dalszy rozwój wzrostu szybkości początkowych zawdzięczać należy Niemcowi, inż. H. Gerlich'owi. Prace jego, wykonane przy pomocy znanej wytwórni prochu „Rheinisch-Westfalische Sprengstoff A. G." i wytwórni broni i amunicji „Halger" w Kilonji, doprowadziły około 1928 r. do stworzenia amunicji t. zw. „Halger. 280 H. V. Magnum", kal. 7 mm z trzema rodzajami pocisków: ciężaru 11.7 g (Vo ∾ 930 m/sek); 9,3 g (Vo ∾ 1070 m/sek) i 6,5 g (Vo ∾ 1160 m/sek)[7]).

Wiosną 1930 r. pojawiła się nowa amunicja „Halger. 244 H. V. Magnum"—kal. 6,2 mm, ciężar pocisku 5,61 g, Vo = 1150 m/sek [8]).

Obie te amunicje znajdują się w handlu, i dziś już mamy relacje prasowe o ich skuteczności, jako broni myśliwskiej.

---

[7]) H. Gehrlich. „Increased Bullet Speeds". American Rifleman. Nr. 9 z 1930 r. str. 9.

[8]) „Die Halger. 244 H. V. Magnum" Kugel und Schrott. Nr. 8 z 1930 roku str. 96.

W artykule opublikowanym w „American Rifleman“ we wrześniu 1930 r. [7]) zapowiedział inż. Gerlich, że wierzy, iż uda się mu osiągnąć szybkość ponad 1650 m/sek.

Rzeczywistość wkrótce spełniła te zapowiedzi. W marcu 1931 roku przedstawił inż. Gerlich niemieckiemu instytutowi „Deutsche Versuchsanstalt für Handfeuerwaffen“ w Wansee naboje kal. 7 mm, o ciężarze 6,5 g (Vo = 1450 do 1475 m/sek) i o ciężarze 9 g (Vo = = 1385 do 1390 m/sek) [9]), w czerwcu tegoż roku naboje kal. 7 mm, ciężaru (jak ze wzmianki o długości pocisku wnioskować można) 6,5 g, o szybkości początkowej 1600 m/sek, a nawet przy pewnem podwyższeniu ciśnienia—ponad 1700 m/sek [10]).

W ten sposób szybkość początkowa karabinu wzrosła w ciągu krótkiego czasu o 100% w porównaniu do szybkości dotychczas stosowanych.

Omawiany wzrost szybkości nie był sam dla siebie niczem nadzwyczajnem, gdyby nie droga, jaka do niego prowadzi.

Teoretycznie biorąc można uzyskać przy obecnie stosowanych prochach działowych tego rodzaju szybkości. W wydawanym w czasie wojny „Bulletin de Reinseignements de l'Artillerie“ Nr. 9, strona 108 znajduje się obliczenie dla działa 220 mm, o długości lufy 130 kalibrów, objętości całej lufy $V\omega = 1450$ litrów, objętości początkowej $Vo = 350$ litrów, stosunku rozprężania $\eta = 4,14$, gęstości ładowania 0,57, przy ciężarze pocisku $p = 120$ kg, ciężarze prochu $Ł = 200$ kg. $\left(\frac{Ł}{p} = 1,66\right)$, prochu B. M. 17 o szybkopalności $\Theta^{-1} = 0,58$, ciśnieniu największem $P = 4000$ kg/cm^2, które daje $v_0 = 1800$ m/sek.

Jeżeli jednak, posługując się dla pierwszej orjentacji zasadą podobieństwa balistycznego (przy całem zastrzeżeniu, jakie wzbudzać ono musi przy przenoszeniu w tak dużych granicach i przy koniecznej zmianie ciężaru pocisku), przeniesiemy te dane na kaliber 6 mm i pocisk ważący 5,48 g, to otrzymamy, iż długość komory nabojowej musiałaby wynosić 12,5 cm, jej objętość 9.61 cm^3, długość zaś całej lufy ok. 120 cm.

---

[9]) H. Gehrlich „Und noch und noch,„ immer besser“! Kugel und Schrott Nr. 8 z 1931 r., str. 96.

[10]) „Die Halger Ultra“ Kugel und Schrott Nr. 12 z 1931 r., str. 142.

Tymczasem szybkości, uzyskane przez naboje Halger otrzymane są przy naboju cięższym w lufie długości 72 cm [11]) przyczem dla v_0=1150 m/sek łuska ma długość razem z szyjką wszystkiego 5,4 cm, a pojemność wewnętrzną (uwzględniając przestrzeń, zajętą przez pocisk) 4,27 cm³. Zapewne, przez łagodny stożek można objętość komory nabojowej nieco zwiększyć, nigdy jednak w tej mierze. Ponadto i te długości lufy nie są konieczne. „Versuchsanstalt" w Wansee uważa bowiem, że możnaby skrócić lufę do 65 cm, bez znacznego obniżenia energji pocisku [11]). Przy lufie długości 66 cm szybkość początkowa naboju o mniejszej nieco ilości prochu, dającego w lufie 72 cm v_0 = 1120 m/sek, wynosi 1070 m/sek, a więc zaledwie o 50 m/sek mniej [12]).

Proch użyty do tego celu jest prochem czysto nitrocelulozowym [13]).

Podczas prób w Wansee nabojem o szybkości 1600 m/sek strzelba działała bez zarzutu tak, jak to się dzieje przy zwykłej amunicji. Nie zaszły żadne szczególne zjawiska, jak klejenie się łusek, ciężki chód zamka i t. p. [14]), (przyczem zamek użyty w tej strzelbie był normalnym zamkiem mauserowskim [15]).

Uwzględniając, że normalny karabin Mausera działa bez zarzutu przy ciśnieniu kreszerowem 3200 kg/cm² t. j. ciśnieniu faktycznem około 3600 kg/cm², a zamek mauserowski wytrzymuje ciśnienia o jakie 50% większe, stwierdzimy łatwo, że powyższe określenie oznacza poprostu, iż nawet przy dobrem dostosowaniu łuski do zwiększonych ciśnień (przy pomocy dużej jej stożkowości, zezwalającej równocześnie na dużą pojemność początkowej komory spalania bez zwiększania długości lufy) ciśnienia najwyższe nie mogą przekroczyć jakich 4500 kg/cm² ciśnienia kreszerowego, t. j. około 5200 kg/cm² ciśnienia faktycznego.

Jak więc z powyższego widać, droga, użyta do uzyskania tak dużych szybkości, jest odmienna od metod normalnie stosowanych w artylerji.

Zanim więc przejdę do omówienia własności tak lekkiego pocisku karabinowego, wystrzelonego z tak znaczną szybkością po-

---

11) „Zu Gechosswirkungen in Nr. 2 1931". Kugel und Schrott Nr. 3 z 1931 roku, str. 29.

12) Por. artykuł cytowany w odn. 8, str. 97.

13) Por. artykuł cytowany w odn. 7. str. 9

14) Artykuł cytowany w odn. 10.

15) Por. artykuł cytowany w odn. 9, str. 98.

czątkową, chciałbym kilka słów poświęcić zagadnieniu, w jaki sposób można uzyskać tego rodzaju rezultaty.

Obliczenia potrzebne do tego celu przeprowadziłem przy pomocy wykresów Röggli [16]) częściowo ekstrapolowanych. Jako podstawy wyjściowej użyłem lufy i amunicji Halger. 244 H. V. Magnum [17]) ($v_0 = 1150$ m/sek), przyjmując dowolnie ciśnienie kreszerowe na 3500 kg/cm^2 i proch progresywny. Ponieważ szło jedynie o obliczenie teoretyczne, oczywiście obojętnem było, co wzięto za podstawę wyjściową.

Obliczenie to poprzedziłem sprawdzeniem, czy wykresy Röggli dają w zastosowaniu do karabinu dane dostatecznie dokładne. W tym celu przeprowadziłem obliczenia dla kb. Mausera wz. 98. podane u Heydenreicha [18]) podług wykresów Röggli.

Obliczenie to daje energję prochu, użytego w tym karabinie, $E = 371$ mt, podczas gdy wedle Heydenreicha $E = 355$ mt. [19]), Zgodność więc, jak widać, jest zupełnie wystarczająca, zwłaszcza wobec dużej rozbieżności w doświadczalnem określeniu energji prochu [19]).

Normalne metody zwiększania szybkości początkowej polegają na:

1) Przedłużeniu lufy.
2) Zwiększaniu dopuszczalnego ciśnienia.
3) Zwiększaniu ilości prochu, oczywiście przy odpowiednim doborze początkowej komory spalania.
4) Zwiększaniu zawartości energetycznej prochu (zastosowanie prochu nitroglicerynowego).

Wykonane przezemnie obliczenia wykazują, że przedłużając lufę do 1,50 m. uzyskuje się $v_0 \sim 1340$, a przy długości 2 m. $v_0 \sim 1390$ m/sek.

Dopuszczenie większych ciśnień, nawet do 6000 kg/cm^2, powiększa szybkość pocisku też w niedużym stopniu (nie ponad jakie 1350 m/sek.).

Jeszcze mniejsze rezultaty daje zwiększenie ilości prochu, przy tej metodzie bowiem trudno przekroczyć 1200 m/sek. Nie dziw

---

16) Edmund Röggla „Neue Diagramme für die angewandte innere Ballistik" Pilsen 1930.

17) Por. odnośnik 8.

18) Heydenreich „Die Lehre vom Schuss" 2 Abt. Berlin 1908 str. 61.

19) Heydenreich l. c. str. 7.

zresztą. Przy tak dużych bowiem szybkościach początkowych operujemy zawsze bardzo blisko warunków, które Sugot określa nazwą „działa o maksymalnej mocy".

Zastąpienie prochu nitrocelulozowego prochem nitroglicerynowym daje w rezultacie, przy odpowiednim doborze warunków spalania się, szybkości nieprzekraczające w danej lufie $v_o = 1300$ m/sek.

Jak więc widać, wszystkie wyżej wymienione drogi, pomimo, iż pociągają za sobą cały szereg poważnych niedogodności praktycznych, dają w wyniku zysk szybkości stosunkowo nieduży.

Natomiast odpowiednie zwiększenie *progresywności* prochu daje przy tem samem ciśnieniu, przy tej samej długości lufy, przy użyciu prochu nitrocelulozowego (a więc przy uniknięciu wszelkich wyżej wspomnianych niedogodności) i przy nieco pomniejszonej komorze nabojowej (ponieważ — zgodnie z opinją Sugot'a — należyte wykorzystanie prochów progresywnych wymaga większych gęstości ładowania) — szybkość około 1300 m/sek, a przy zwiększeniu ładunku, a więc i gęstości ładowania, przeszło 1400 m/sek.

Oczywiście liczby powyższe należy traktować jedynie jako orjentacyjne, oparte tylko na obliczaniu, przy dość dowolnych założeniach, możliwie, że silnie nawet odbiegających od warunków broni rzeczywistej. Mogą one więc służyć jedynie dla danych porównawczych, nigdy zaś jako liczby bezwzględne, odpowiadające jakiejś konkretnej rzeczywistości.

Wskazują one jednak, że jedyną drogą do uzyskania dużej szybkości początkowej z lufy normalnej, prochem nitrocelulozowym (mniejsze zużycie lufy) i przy normalnych ciśnieniach jest równoczesne zwiększenie progresywności i ilości prochu, przy jednoczesnem powiększeniu gęstości naładowania, a więc i gęstości grawimetrycznej prochu.

Że istotnie tą drogą poszedł inż. Gerlich, świadczą o tem słowa jego własnego artykułu w „American Rifleman"[20]), że zużyty przez niego proch jest „of a high specific density and a highly progressive charakter[21]).

Do analogicznych wniosków dochodzi się przy rozpatrywaniu sprawy ze stanowiska pracy gazów w lufie.

---

[20]) Artykuł cytowany pod 7) str. 9.

[21]) O wysokiej gęstości właściwej (chodzi tu niewątpliwie o gęstość grawimetryczną — przyp. autora niniejszej pracy) i wysoce progresywnym charakterze.

Przyjmując — zgodnie z Heydenreichem[22]) — ciśnienie średnie ($H_ś$) za wielkość wyrażoną równaniem:

$$H_ś = \frac{(p + 0,5\,Ł)\,v_0^2}{2\,g\,l\,q},$$

gdzie p oznacza ciężar pocisku w kg, $Ł$ ciężar ładunku w kg, v_0 szybkość początkowa w m/sek, l długość przewodu lufy w metrach, q przekrój przewodu lufy w cm^2, i wpisując w równanie to dane dla karabinu Halgera. 280 H. V. Magnum ($l = 0,656$ m, $q = 0,397$ cm^2) dla trzech rodzai pocisków, podanych poprzednio o $p = 6,5$, 9,3 i 11,7 g otrzymujemy $H_ś$ równe 2300, 2590 i 2350 kg/cm^2.

Gdyby stosunek $\eta = \frac{H_M}{H_ś}$ (gdzie H_M oznacza ciśnienie najwyższe) był taki, jak w kb. Mausera, gdzie $\eta = 0,385$,[23]) to H_M wynosiłoby w karabinie Halger 6000, 6700 i 6100 kg/cm^2, co oczywiście nie może odpowiadać rzeczywistości.

Jeżeli natomiast konstruktorowi udało się dobrać odpowiednio gatunek prochu i jego żywość tak, ażeby osiągnąć η najwyższe (wedle Heydenreicha[24]) przy prochach bardzo progresywnych może ono dojść do $\eta = 0,875$), to H_M wynosiłoby zaledwie 2600, 2950 i 2700 kg/cm^2.

Oczywiście rezultat ten wymaga stosowania prochów niezmiernie progresywnych, inaczej bowiem nie uzyska się całkowitego spalenia prochu w lufie, a więc i dostatecznej regularności.

Już więc przy tych szybkościach okazuje się znaczenie progresywności prochu. Jeszcze jaskrawsze staje się ono przy szybkościach większych.

I tak, przy $p = 6,5$ i 9 g, $v_0 = 1450$ oraz 1385 m/sek, $H_ś$ wynosi 4100 oraz 4670 kg/cm^2; dla $p = 6,5$ g, $v_0 = 1600$ m/sek, $H_ś$ wynosiłoby 5360 kg/cm^2. Odpowiednie H_M wynoszą: 4700, 5340 i 6100 kg/cm^2, a przeliczone na ciśnienia kreszerowe: 4100, 4670 i 5350 kg/cm^2.

Liczby te, w porównaniu z poprzednio podanemi faktami zachowania się broni przy strzale, wydają się nieco za duże. Wy-

---

[22]) Heydenreich. l. c. str. 57.

[23]) Heydenreich l. c. str. 61.

[24]) Heydenreich l. c. str. 63.

jaśnienia tej sprzeczności należy może szukać w tem, że we wzorze na $H_ś$ wprowadziliśmy $Ł$ ze spółczynnikiem 0,5, podczas gdy niektórzy autorzy, jak n. p. Röggla[25]), przyjmują, że $Ł$ należy uwzględniać jedynie ze spółczynnikiem $^1/_3$.

Gdybyśmy przyjęli ten ostatni spółczynnik, to $H_ś$ wynosiłoby 3600, 4220 i 4660 kg/cm^2, a odpowiednie H_M — 4100, 4830 i 5300 kg/cm^2, a więc już znacznie bliżej danych, któreśmy wysnuli z zachowania się broni.

Ponadto jest rzeczą możliwą to, że procentowy udział energji kinetycznej, udzielonej gazom prochowym, w stosunku do wykonanej przez nie pracy w lufie, maleje w miarę, jak szybkość początkowa pocisku rośnie i tem samem przybliża się, a może nawet przekracza, szybkość fal Hugoniot'a. Wtedy bowiem jedynie warstwa gazów bezpośrednio dotykająca pocisk otrzymuje jego szybkość[26]).

Możliwem jest również, że przy tych dużych ciśnieniach różnica między ciśnieniem faktycznem a kreszerowem jest większa, niż 14%, które przyjąłem dość dowolnie z ekstrapolacji tablicy Heydenreicha[27]). Jak bowiem wykazują ostatnie doświadczenia amerykańskie, różnica między ciśnieniem faktycznem a kreszerowem jest b a r d z o duża[28]).

Może więc zarówno ciśnienia faktyczne, jak i kreszerowe, są w tych broniach niższe, niż to podano wyżej.

Już jednak te liczby wykazują znaczenie progresywności prochu. Jak bowiem przedtem przedstawiałem, jedynie duża progresywność prochu zezwala na tak duże η, a być może przy dalszych jej postępach i na η jeszcze większe, obniżając w ten sposób ciśnienie najwyższe bez zmiany ciśnienia średniego, a więc i szybkości początkowej. Gdyby bowiem stosować η takie, jakie jest w karabinie Mausera, H_M musiałoby wynosić conajmniej 9400, 11000 i 12000 kg/cm^2, a więc tyle, że żaden karabin tegoby nie wytrzymał.

Widać więc, że droga do tak dużych szybkości *wiedzie jedynie przez progresywność prochu.*

---

25) *E. R. Röggla* l. c. str. 14.

26) *P. Charbonnier.* „Balistique Intérieure" Paris 1908, str. 93.

27) *Heydenreich.* l. c. tom I, str. 48.

28) *E. M. Shinkle.* „Récentes recherches de balistique expérimentale". Mémorial de l'Artillerie Française, tom X, 2, zeszyt z 1931 r., str. 545.

Droga ta nie jest bynajmniej tak łatwa, jak to wygląda, gdy się o niej pisze. Wymaga bowiem wyśmienitego opanowania metod produkcyjnych, oraz prawdopodobnie zupełnie swoistych sposobów preparowania ziarna. Jest to jednak droga jedyna.

Zresztą, na co słusznie zwraca uwagę inż. Gerlich [29]), te same metody możnaby zastosować i do dział. W ten sposób, obok postępów w metalurgji (materjał), konstrukcji (hamulec wylotowy) i produkcji dział (samowzmacnianie), również i postępy w produkcji prochu mogłyby się w dużym stopniu przyczynić do zwiększenia mocy nowoczesnego uzbrojenia.

III.

Pociski karabinowe o bardzo dużej szybkości początkowej przynoszą ze sobą cały szereg nowych spostrzeżeń, nieraz wręcz rewelacyjnych.

Zacznę od faktów najwięcej zajmujących i o największem znaczeniu praktycznem, a mianowicie o działaniu tego rodzaju pocisków *przeciw płytom pancernym.*

Wyniki niżej opisane uzyskane zostały przez pociski o rdzeniu ołowianym, a więc zupełnie miękkie. Jako płyta, służyła płyta kontaktowa aparatu Boulengé, a więc płyta z możliwie najdoskonalszej stali pancernej, zewnętrznie cementowana. O jej twardości najlepiej świadczy fakt, że pocisk karabinowy przeciwpancerny zrobi w niej zagłębienie głębokości zaledwie 2—3 mm.

Pierwsze interesujące zjawiska pojawiły się przy strzelaniu szybkości początkowych pociskiem ważącym 6,4 g. Przy szybkościach około 1200 m/sek pocisk rozbijał się zupełnie; ostrze pocisku jednak wykonane oddzielnie z cienkiej blachy miedzianej żłobiło w płycie zagłębienia głębokości 6 — 7 mm. Ponadto na płycie powstawały leje głębokości około $1^1/_2$—2 mm, a średnicy około 25 mm. Po kilku strzałach wypadały z płyty odłamki wielkości laskowego orzecha. Po niedużej ilości strzałów płyta została całkowicie zniszczona [30]).

Jeszcze piękniejsze rezultaty uzyskano przy szybkości około 1450 — 1475 m/sek. Pociski ciężaru 6,5 g wchodziły w płytę na głębokość około 15 mm. Leje miały średnicę około 25 mm. W od-

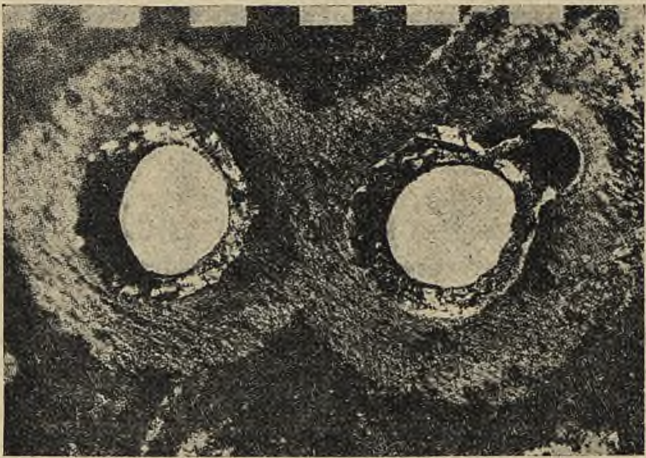
---

[29]) Por. artykuł, cytowany pod 9), str. 98.

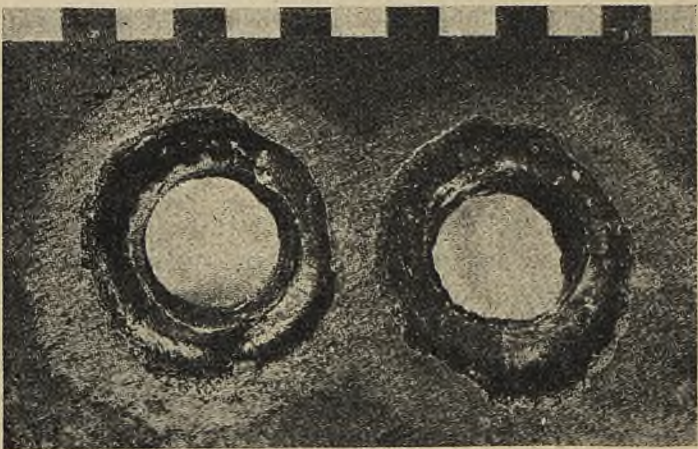
[30]) H. Gerlich „Leistungssteigerung der Infanterie Waffen. Geschossgeschwindigkeit und Taktik" Heerestechnik Nr. 9. z 1929 r. str. 267.

ległości 50 m od tarczy odnaleziono jej odłamki, mające w zupełności charakter odłamków granatu.

Przy użyciu płyty grubości 12 mm, okazało się, że pocisk wyrywał na wylot otwory o średnicy około 15 mm; materjał płyty został dokoła tego otworu silnie uszkodzony, — na stronie wlotowej znacznie silniej, niż na wylotowej [31]) (Rys. 1 i 2).



Rys. 1. Widok zprzodu płyty 12 mm., przebitej pociskiem 7 mm Halger o v_0 około 1400 m/sek. Górne prawe wgłębienie pochodzi od 7,9 mm pocisku przeciwpancernego.



Rys. 2. Widok tej samej płyty ztyłu.

[31]) H. Gerlich. „Zur Frage des Leistungssteigerung der Infanteriewaffen" Wehr und Waffen. Nr. 4. z 1931 r. str. 100—102.

Rzeczą jest charakterystyczną, że tego rodzaju niszczące działanie pocisku (o „przebiciu" w ścisłem tego słowa znaczeniu trudno mówić, skoro pocisk nie przelatuje na drugą stronę tarczy) jest ściśle związane z jego szybkością. Pocisk bowiem, o większej nawet energji uderzenia, dopóki szybkość jego nie przekracza jakich 1150 m/sek, nie wywołuje nigdy tego rodzaju skutku, lecz normalnie rozbija się na powierzchni płyty bez większej dla niej szkody. Inż. Gerlich tłumaczy to zjawisko tem, że przy tak dużych szybkościach „niema czasu na działanie elastyczności i plastyczności" uderzanego ciała, skutkiem czego staje się ono, „praktycznie biorąc twarde i niepodatne" [30]. Innemi słowy przy tak dużej szybkości uderzenia stal zachowuje się jak szkło.

Tłumaczenie to wydaje mi się jednak wątpliwe. Uwzględniając, że szybkość przenoszenia się zaburzeń elastycznych w stali jest okrągło trzy razy większa od szybkości pocisku, należy stwierdzić, że „czas" na działanie sił elastycznych zawsze istnieje. Raczej mamy tu do czynienia z poprzednio omawianem zjawiskiem „pozornie wybuchowego działania" pocisku w płycie stalowej. Przy tak mianowicie dużej szybkości energja, udzielona uderzonej cząsteczce, staje się dostateczną do pokonania sił międzycząsteczkowych; cząsteczka odrywa się więc i działa jak pocisk. Dalszy przebieg zjawiska jest analogiczny do poprzednio omawianego; poprostu płyta zachowuje się tak, jakgdyby na jej powierzchni nastąpił wybuch.

Oczywiście słowa „wybuch" nie należy rozumieć dosłownie, doszukując się jego źródła n. p. w prężności zamienionego w parę ołowiu lub t. p. Jest to bowiem tylko skrócone opisanie zjawiska, którego przebieg przedstawiłem szczegółowo poprzednio. Mechanizm jego jest jednak dość zbliżony do detonacji, zwłaszcza, że szybkości, które tu wchodzą, w grę, są dość bliskie n. p. szybkości detonacji rtęci piorunującej.

Takie ujęcie rzeczy tłumaczy nam, dlaczego zjawisko to zachodzi dopiero przy pewnej szybkości i dlaczego odłamki płyty mają wygląd zupełnie podobny do odłamków granatu.

Za tą hipotezą przemawia również działanie pocisku o dużej szybkości na skałę. Pocisk, uderzający w zwarty kamień z szybkością około 1150 m/sek, powoduje pękanie kamienia z częściowem jego rozproszkowaniem, zupełnie tak, jak gdyby we wnętrzu kamienia wybuchł ładunek materjału wybuchowego. Huk, towarzy-

szący temu zjawisku przypomina wystrzał karabinu. Pocisk cięższy o mniejszej szybkości wywoływał działanie podobne, lecz o wiele mniej głębokie [32]. Pocisk rozpylał się przytem całkowicie. Podobne zjawisko zachodziło przy strzelaniu pociskiem o szybkości 1150 m/sek pod ostrym kątem do bloku granitowego. Pocisk się nie odbijał, jak to czyni pocisk o mniejszej szybkości, lecz rozpylał się, rozbijając równocześnie uderzoną część bloku [32].

Inż. Gerlich tłumaczy to ostatnie zjawisko dużą stałością żyroskopową (Achsenstettigkeit) pocisku. Przyczynia się ono niewątpliwie do tego, lecz nie może być jedynem jego wytłumaczeniem. Natomiast mechanizm „pozornie wybuchowego działania" tłumaczy je w sposób zupełnie naturalny. A rozbijanie się pocisku jest prostem następstwem jego niedostatecznej wytrzymałości w stosunku do siły uderzenia.

Przy działaniu tego pocisku na kamień, a zwłaszcza na płytę pancerną należy zwrócić uwagę na to, że mamy tu do czynienia nie z przebijaniem w ścisłem tego słowa znaczeniu, lecz *zniszczeniem* jej. W ten więc sposób działanie pocisku jest o wiele większe i w dużo mniejszym stopniu zależne od masy pocisku, niż to zachodzi przy przebijaniu normalnem. Ponadto trzeba uwzględnić, że działanie to wywołuje pocisk zupełnie miękki, rozbijający się na płycie. Mamy więc tu do czynienia ze zjawiskiem zupełnie nowem, z *nową* metodą zwalczania pancerza, zupełnie odmienną od dotychczas stosowanych.

Jest rzeczą możliwą, że połączenie tej metody z innemi, n. p. przez zastosowanie rdzenia stalowego w pocisku (jak to proponuje inż Gerlich), da jeszcze potężniejsze działanie. Bez danych doświadczalnych trudno jednak coś stanowczego o tem powiedzieć.

Równie skuteczne jest działanie tego pocisku i na cele żywe. F. Siedentopf [33] podaje wyniki polowań na kozły nabojem Halger. 244 Magnum, $v_o = 1120$ m/sek. Na 19 trafionych kozłów ani jeden nie uszedł. Otwory wylotowe miały średnicę 25 mm, niekiedy i 35 mm. W 3-ch wypadkach pocisk wogóle nie wyszedł z uderzonego ciała (pociski tu użyte mają w szczycie mały, wewnątrz pusty grot miedziany, skutkiem czego działają ekspansywnie);

---

[32]) Artykuł cytowany pod 23) str. 268.

[33]) F. Siedentopf „Und willst du nicht mein Bruder sein" Kugel und Schrott Nr. 7 z 1931 r. str. 78 i 79.

z jednym z nich zdarzyło się to przy trafieniu w żebro. Działanie w ciele jest straszne. Przy przestrzeleniu łapy zostaje ona poprostu zgruchotana. Na 19 wypadków było 9 trafień, które przy innej amunicji nie zatrzymują zwierza (przestrzały, które nie trafiły ani w kość, ani w żaden ważny organ wewnętrzny), przyczem w 13 wypadkach trafiony kozioł ginął w miejscu, w 2-ch wypadkach po przebiegnięciu 15 m, w 3-ch po przebiegnięciu 20 m, w jednym zaś tylko kozioł zdołał się z trudem przewlec 100 m. Odległość strzału wynosiła 70 do 250 m. Autor stwierdza, że działanie pocisku było takie, jakgdyby nagle w zwierzynie wszystko się zahamowało.

Analogiczne wyniki podają i inne obserwacje [34]). Otwory wylotowe są średnicy 3 cm, czasem nawet wielkości pięści, uszkodzenia w ciele bardzo duże, działanie natychmiastowe.

Część działania należy bez wątpienia przypisać ekspansywnemu (grzybkującemu) działaniu pocisku. Jeżeli jednak porównać skutki tego pocisku z innemi, cięższemi, a również grzybkującemi pociskami, a zwłaszcza jeżeli wziąć pod uwagę wielkości wyrwanych otworów i natychmiastowość działania, to dochodzi się do przeświadczenia, że ekspansywność pocisku tłumaczy jedynie drobną stosunkowo część zjawisk. Resztę zawdzięczać należy dużej szybkości pocisku, która musi wywołać analogiczne zjawiska i przy normalnym pocisku płaszczowym.

Opisane działanie pocisku pozwała więc wnosić, że moc zatrzymująca tak lekkiego nawet pocisku przy szybkości ponad 1100 m/sek jest istotnie bardzo duża. Niemniej dużą jest i jego stałość na torze. F. Siedentopf [33]) podaje przykład, kiedy pocisk odłamał na odległości 5 m przed wylotem gałąź buczyny grubości kciuka, nie zmieniając przytem kierunku swego lotu. Pocisk ten wykazuje również bardzo małą wrażliwość na wpływy atmosferyczne, co związane jest ściśle z jego bardzo krótkiemi czasami przelotu.

Zadziwiająco dużą jest jego *celność*. Pocisk kalibru 7 mm ciężaru 6,6 g miał na 100 m rozrzut 5 strzałów średnicy 17 mm, licząc do skraju śladów, a 10 mm biorąc do środka śladów. Na 1000 m rozrzut 5-ciu strzałów, oddanych pociskiem 7 mm ciężaru 11,7 g miał średnicę (liczoną do środka śladów) 265 mm [35]).

---

[34]) Geschosswirkungen" Kugel und Schrott Nr. 6 z 1931 r. str. 68.

[35]) Artykuł cytowany pod 7 i 8.

Pocisk Halger. 244 ma na 200 m rozrzuty 5-ciu strzałów o średnicy nie przewyższającej 6 cm [36]).

Duża celność tej amunicji jest następstwem bardzo krótkich czasów przelotu w lufie, a tem samem mniejszych wahań w kącie podrzutu. Ponad to pewną — nie najmniejszą—rolę gra tu jednostajna prawie na całej długości grubość lufy, konieczne następstwo małej żywości i dużej progresywności prochu, przy której — wedle Heydenreicha [37])—ciśnienie najwyższe przypaść może nawet w 65% ogólnej długości lufy. Grubość ta ze swej strony musi dodatnio wpłynąć na celność. Celności amunicji Halger na 200 i 300 m nie są zresztą jakąś rewelacją; odpowiadają one bowiem całkowicie celności nowoczesnej precyzyjnej broni sportowej. Natomiast fenomenalna jest jej celność na 1000 m, niewątpliwie ściśle związana z dużą szybkością początkową pocisku, a więc i z jego dużą szybkością obrotową, oraz z poprzednio omówioną małą jego wrażliwością na wpływy wiatru.

Bardzo interesująca jest obserwacja, że tarcie w lufie jest przy bardzo dużej szybkości mniejsze, niż przy szybkości mniejszej. I tak, przy szybkościach około 1500 m/sek pociski w niklowanych płaszczach stalowych nie pozostawiały żadnego śladu zaniklowania tak, że roztwór amoniakalny wychodził z lufy bez najmniejszego zabarwienia, podczas gdy przy zwykłych szybkościach już po kilku strzałach roztwór, nalany do lufy, zabarwia się na niebiesko [38]).

Te same zjawiska, choć w mniejszym stopniu, zaobserwowano już przy szybkości 1150 m/sek [39]).

Czy mały ten stopień zaniklowania jest istotnie następstwem mniejszego tarcia, trudno orzec na zasadzie podanego w literaturze materjału. W każdym jednak razie stanowi dodatnio cechę tej amunicji.

Jeżeli wierzyć temu, co podaje inż. Gerlich [40]) (a wobec tego, że wchodzą tu w grę i względy reklamy, trzeba pewne twierdzenia brać dość ostrożnie), to i zużycie lufy, jak na tak dużą szybkość, nie jest wcale zbyt duże. Po bowiem ok. 2500 strzałach, od-

---

[36]) Artykuł cytowany pod 8) str. 98.

[37]) Heydenrich, l. c. str. 63.

[38]) Artykuł cytowany pod 9) str. 99.

[39]) Artykuł cytowany pod 7) str. 9.

[40]) Artykuł cytowany pod 7) str. 9.

danych w warunkach dość różnych, przy niejednokrotnie zwiększonych ładunkach i ciśnieniach, kaliber przewodu powiększa się od 0,005 do 0,01 mm, a więc nie dużo więcej, niż przy przeciętnej lufie niektórych karabinów wojskowych.

Również, co wydaje się na pierwszy rzut oka paradoksalne, odrzut nie wzrasta bynajmniej wraz ze wzrostem szybkości. Strzelba Halger . 244 H. V. Magnum wykazuje podobno, pomimo ciężaru ledwo 3,3 kg, odrzut wprost zdumiewająco mały [41]).

To zjawisko w świetle liczb okazuje się jednak zupełnie naturalne. Rachując bowiem, wedle klasycznego wzoru na odrzut, energję odrzutu dla kb. Mausera wz. 98 i dla strzelby Halgera .244 H. V. Magnum, otrzymamy okrągło 1,4 kgm dla Mausera i 1,0 kgm dla Halgera (dzięki bardzo lekkiemu pociskowi). Nie dziw więc, że wrażenie odrzutu dla strzelby Halgera jest tak nikłe.

Natomiast zupełnie nieoczekiwane jest twierdzenie „Versuchsanstalt“ w Wansee, że przy szybkości 1600 m/sek nie zachodzi „silny odrzut“ [42]). Tymczasem zastosowanie wzoru klasycznego daje, nawet przy 4-ro kilogramowej broni, odrzut conajmniej 1,75 kgm, a więc znacznie więcej, niż odrzut normalnego karabinu.

Słowa „silny“, czy też „słaby“ odrzut są bardzo elastyczne. Jeżeliby jednak odrzut strzelby Halgera przy szybkości 1600 m/sek miał być istotnie niewiększy, niż normalnego karabinu wojskowego, to mielibyśmy tu do czynienia z jakiemś zjawiskiem osłabienia odrzutu, najprawdopodobniej przez wylatujące z lufy gazy (być może jakieś ssące działanie tak szybkiego prądu gazów?), ktore przy mniejszych szybkościach nie zachodzi. Zbyt skąpe są jednak wiadomości, ażeby w tej sprawie można było nawet postawić przypuszczenie.

Dotychczas mówiłem o dodatnich stronach tej amunicji. Nie chciałbym jednak wywoływać wrażenia, jakoby amunicja ta miała *tylko* cechy dodatnie; słowem, jakoby w dużej szybkości początkowej leżało uniwersalne lekarstwo na wszystkie postulaty, stawiane płaskotorowej broni piechoty. Chcę więc zwrócić uwagę i na strony ujemne tej amunicji.

Porównajmy kąty rzutu amunicji SC [43]), amunicji S [44]) i amunicji Halger. 280 (=7 mm) H. V. Magnum ciężaru 6,5 g, szybkości

[41]) Artykuł cytowany pod 8) str. 97.

[42]) Por. artykuł cytowany pod 10)

[43]) George-Erdmann „Waffenlehre“ Berlin 1919 str. 64.

[44]) Rohne „Schiesslehre fur die Infanterie“ Berlin 1906 str. 202.

początkowej $v_o \sim 1160$ m/sek [45]) i wreszcie—obliczone przezemnie—hipotecznej amunicji ciężaru 6.5 g, wystrzelonej z szybkością $v_o =$ $= 1200$ m/sek, a kształtu indentycznego z amunicją *SC* (ten sam spółczynnik kształtu); nazwę ją amunicją *H*.

Odległość	Amunicja *S*	*SC*	Halger 6.5 g	*H*
600 m	21′30″	20′39″	12′30″	10′21″
1000 m	57′23″	47′48″	47′42″	32′44″
1500 m	2°27′26″	1°40′42″	2°29′30″	1°21′ 3″
2000 m	5° 5′23″	2°47′ 5″	—	3°40′40″
2500 m	9° 7′[46])	4°54′	—	7° 8′25″

Jak więc widać, amunicja Halger. 280 już na 1500 m jest gorsza od amunicji "S", a amunicja *H* już na 2000 m. jest gorsza od "SC". Skutkiem więc swej lekkości amunicja ta rychło traci swe początkowo korzystne cechy.

Dalej trzeba uwzględnić, że duża szybkość obrotowa pocisku, tak cenna dla torów bardzo płaskich, musi wywołać skutki bardzo ujemne przy torach bardziej stromych i szybkościach małych (część opadająca toru), psując poważnie celność strzału i prawidłowość lotu pocisku.

Ponadto należy uwzględnić, że z chwilą, gdy szybkość spada poniżej jakich 1000 m/sek, działanie pocisku staje się zupełnie niedostateczne.

Powyższe więc względy powodują, że pocisk lekki o dużej szybkości jest korzystny jedynie na odległości stosunkowo nieduże, że jest to więc typowy pocisk odległości bliskich, nigdy zaś pocisk dalekonośny.

Wreszcie jedna uwaga. Z tego, że duża szybkość początkowa daje tak dodatnie wyniki, nie wolno wnosić, że każde zwiększenie szybkości o kilkanaście m/sek musi korzystnie wpływać na cechy broni. Zwiększenie szybkości musi iść bowiem drogą równoczesnej pracy nad bronią i amunicją.

Wobec bowiem najróżnorodniejszych wpływów, jakie tu zachodzą (faza drgań, w jakiej pocisk opuszcza lufę, działanie gazów wylotowych, szybkość obrotowa pocisku i t. p.) i których zmienność ze wzrastającą szybkością jest bardzo różna,—własności bali-

---

[45]) Artykuł cytowany pod 7) str. 28.

[18]) . Centralna Szkoła Strzelnicza. „Tabele strzelnicze ckm.". 1928.

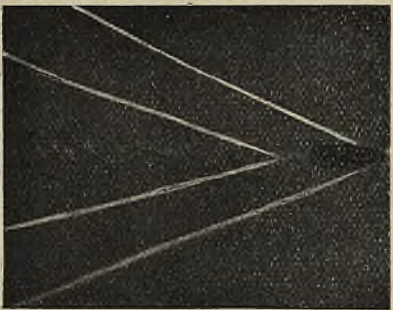
styczne pocisku nie wzrastają wraz z szybkością w sposób monotoniczny, lecz niewątpliwie mają swe miejscowe maksyma i minima.

Dlatego też w pewnej konkretnej broni czasami nie powiększenie, ale — wprost przeciwnie — obniżenie szybkości początkowej o kilkanaście a nieraz i więcej m/sek, może mieć dla lotu pocisku skutki bardzo dodatnie.

IV.

Ażeby ułatwić ocenę, jakie praktyczne znaczenie może mieć amunicja karabinowa o bardzo dużej szybkości początkowej, podam ważniejsze *elementy toru* trzech hipotetycznych pocisków, wystrzelonych z szybkością początkową 1800 m/sek, z których jeden jest identyczny z pociskiem Halger. 244 (nazywać go będę 6,2 H), drugi ma ten sam kaliber (6,2 mm), ten sam ciężar, lecz kształt (spółczynnik kształtu) równy pociskowi SC (nazywać go będę 6,2 SC), trzeci wreszcie jest dwukrotnie we wszystkich wymiarach powiększonym pociskiem drugim, a więc ma kaliber 12,4 mm (pocisk ten nazywać będę 12,4 SC).

Obliczenia tych torów dokonane zostały przy założeniu, że prawo oporu powietrza Siacci'ego (t. zw. Siacci III) daje się extrapolować do szybkości 1800 m/sek[47]. Wobec braku doświadczeń, trudno sprawdzić, w jakim stopniu założenie to jest słuszne. Fotografja iskrowa (rys. 3, 4 i 5) jednak, zdjęta z pocisku Halger. 280 przy szybkości lotu ok. 1150 m/sek[48]) zdaje się wskazywać na to,



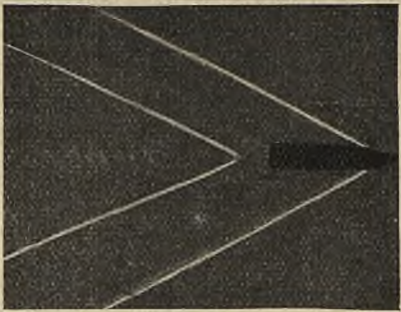
Rys. 3. Fotografja pocisku Halger. (o v_0 = 1160 m/sek) w locie.



Rys. 4. Fotografja pocisku Halger. (o v_0 = 1070 m/sek) w locie.

[47]) Potrzebne do rachunku funkcje balistyczne pierwotne i wtórne obliczył inż. Ciundziewicki st. asystent przy Katedrze Balistyki Politechniki Warszawskiej.

[48]) Artykuł cytowany pod [7]) str. 10.



Rys. 5. Fotografja pocisku Halger. (o v_o = 930 m/sek) w locie.

że przy dużych szybkościach opór powietrza wzrasta w stopniu raczej mniejszym, niż przy szybkościach mniejszych (początek fali czołowej jest cofnięty nieco w tył w stosunku do ostrza), że więc opory powietrza liczone wedle wzoru Siacci'ego są raczej za duże, niż za małe. To samo przypuszczenie wypowiada zresztą i inż. Gerlich[49]. Niemniej jednak, podane tu obliczenia mają znaczenie jedynie orjentacyjne, a nie pewnych definitywnych danych.

A więc szybkość spada na 1200 m/sek (najmniejsza szybkość skutecznego działania na pancerz) na odległości 500 m dla pocisku 6,2 H, na 900 m dla 6,2 SC, a na 1800 dla 12,4 SC. Widać więc, że dla pocisku o tak dużej szybkości trzeba starannie dobierać kształt, inaczej pocisk na bardzo krótkiej przestrzeni traci swe właściwości.

Pocisk 6,2 SC ma na 290 m od wylotu szybkość 1600 m/sek, a na 450 m — szybkość 1500 m/sek. Dla pocisku 12,4 SC odległości te należy podwoić.

Czasy przelotu wynoszą dla pocisku 6,2 SC: 0,177 sek na 290 m, 0,249 sek. na 400 m, 0,63 sek. na 900 m. Dla porównania dodam, że zwykły pocisk SC (kaliber 7,9 mm, vo = 760 m/sek) ma na odległości 900 m czas przelotu 1,65 sek.

Dla pocisku 12,4 SC czas przelotu na 900 m wynosi 0,558 sek, a na 1800 m — 1,26 sek. W porównaniu z tem pocisk tego samego kalibru i tego samego kształtu, lecz wystrzelony z szybkością 800 m/sek (normalny dla broni tego kalibru) wymagałby na przebycie 1800 m czasu 3.58 m/sek, a na 900 m — 1,41 sek.

[49]) Artykuł cytowany pod [9]) str. 100.

Wysokość wierzchołkowa toru pocisku 6,2 SC ma na tej odległości 900 m 0,496 m; w porównaniu z tem normalny pocisk SC ma na tej odległości wierzchołkową 3,4 m.

Pocisk 12,4 SC ma na 900 m wierzchołkową 0,389 m, a na 1800 — 1,98 m. Normalny pocisk SC tego kalibru ma odnośne wierzchołkowe: 2,42 m, oraz odpowiednio 16,1 m.

Przy ocenie działania amunicji kal. 12,4 należy uwzględnić, że dzięki swej dziewięciokrotnie większej masie pocisk ten musi mieć— przy tej samej szybkości uderzenia — działanie przeciwpancerne o wiele większe, niż pocisk kalibru 6.2 mm.

V.

Jako pierwsze zastosowanie pocisków o tak dużych szybkościach nasuwa się samo przez się, z danych poprzednio omawianych, wniosek na ich użycie jako *broni przeciwczołgowej*. Wyraźnie zresztą o tem wspomina inż. Gerlich, jako o celu, który m. in. przyświecał jego pracom[50]).

Przy rozpatrywaniu tego zagadnienia należy uwzględnić, że do pokonania czołga wystarczy zniszczyć jego pancerz, choćby nawet przy tem rozbiciu nie trafiono znajdującej się za pancerzem obsługi (co—nawiasem mówiąc—mało jest prawdopodobne, odłamki bowiem pancerza zawsze poważnie będą jej zagrażały). Z tą chwilą bowiem obsługa czołgu jest bezbronna zarówno wobec gazów bojowych, jak i karabinów maszynowych.

To więc, co stanowi istotną siłę bojową czołgu, a mianowicie jego zupełna niewrażliwość na strzały piechoty, przestaje istnieć. Czołg, zamiast być osłoną, staje się pułapką, a obsługa jego jest w położeniu piechura, niemogącego się ukryć przed gradem specjalnie na nim skupiających się pocisków, Łatwo sobie wyobrazić, jak ujemnie działać musi świadomość tego na psychikę zamkniętych w czołgu żołnierzy; niewątpliwie więc czołg, któremu przebito pancerz, wypadnie z walki nawet i wtedy, jeżeli obsługa pozostała jeszcze przy życiu.

Ażeby unaocznić sobie przebieg walki takiej broni z czołgiem wyobraźmy sobie, że mamy do czynienia z karabinem maszynowym, strzelającym pociskiem 6,2 SC, którego cechy wyżej opisałem, z szybkostrzelnością 900 strz./min, zupełnie łatwą dziś do osiągnię-

[50]) Artykuł, cytowany pod [30]) str. 266, artykuł cytowany pod [31]) str. 102.

cia. Czołg niech posuwa się z szybkością 36 klm/godz., a więc szybkością największą, jaką najszybszy nawet czołg może rozwinąć w terenie. Przyjmuję dalej najniekorzystniejszy dla obsługi k.m. wypadek, kiedy czołg defiluje bokiem; wtedy bowiem w czasie jednej serji k. m. czołg pozostaje najkrócej pod strzałem. Długość czołgu przyjmuję na 4 m, wysokość na 2 m, (a więc nieco mniej, niż czołgu Renault). Wobec dużej płaskości toru, k. m. na przestrzeni 90 m nie zmienia nastawienia celownika. Czołg jest przez cały czas w całkowitem polu rażenia. W czasie przelotu pocisku na odległość 900 m. czołg wykona drogę 6,3 m, a więc okrągło 1½ swej długości. Wyprzedzenie więc jest nieduże. W czasie przejścia czołgu przez własną długość (0,4 sek) otrzyma on 6 strzałów; po trzech takich serjach pancerz jest już poważnie uszkodzony, jeżeli nie rozbity.

Na odległości 450 m. wyprzedzenie wynosi tylko 2,8 m, a więc okrągło 2/3 długości czołga. Na odległości tej każdy pocisk przebija już pancerz 12 mm, a dwa do trzech pocisków—pancerz 15 mm.

Na odległości 300 m. siła przebicia pocisku wzrasta do tego stopnia, że prawdopodobnie nie ostoi się przed nim i pancerz 20 mm.

Uwzględniając przytem, że k.m. jest okopany i ukryty, a czołg dobrze widoczny, że rozrzuty są małe, a wyprzedzenia nieduże, widać, że szanse takiego k. m. przeciw czołgom lekkim są bardzo duże, zwłaszcza wobec poprzednio podkreślonego faktu, że nawet przy małym kącie uderzenia pocisk się nie odbija od pancerza.

Analogiczny k. m. kalibru 12,4 może rozpocząć zwalczanie czołgu już na odległości 1800 m i to również jednym celownikiem. Wysokość bowiem jego toru nie przewyższa na tej odległości wysokości czołgu.

Na 900 m pocisk jego przebije niewątpliwie każdym strzałem conajmniej 15 mm pancerza; na bliższych odległościach najprawdopodobniej nie ostoi się mu i pancerz 24 mm.

Z powyższego przedstawienia widać, jak pożytecznym może być tego rodzaju pocisk w walce przeciw opancerzeniu. Nie należy go jednak uważać za środek uniwersalny, za jakiś „kamień filozoficzny", radykalnie rozwiązujący walkę pocisku z pancerzem na korzyść pocisku. Prawdopodobnie bowiem pancerz 30 do 40 mm, stosowany dziś w czołgu średnim, oprze się skutecznie pociskowi kal. choćby 12 mm, nawet i przy szybkości 1800 m/sek. Ponadto można sobie wyo-

brazić zarówno postępy w konstrukcji pancerza, jak i w jego wytrzymałości, dzięki dalszym postępom metalurgji, które uczynią pancerz i o mniejszej grubości odpornym na tego rodzaju pocisk.

Ale grubość pancerza związana jest z ruchliwością czołgu i kosztem jego produkcji; również i polepszenie jakości pancerza podraża koszt czołgu. Tem samem zmniejsza się ich ilość. Wszelki więc postęp w broni przeciwczołgowej czyni masowe zastosowanie czołgów trudniejszem. I w tem leży jego znaczenie.

Duża szybkość początkowa, zwiększająca niepomiernie przeciwpancerne działanie pocisku, zezwala na stosowanie broni lżejszych, a więc bardziej ruchliwych. Tem samem ułatwia problem zaopatrzenia każdego szczebla walczących jednostek w odpowiednią broń przeciwpancerną, dostosowaną swą ruchliwością do ruchliwości taktycznej tego szczebla.

Wobec dużej wagi omawianego zagadnienia, pociski o dużej szybkości początkowej mogą mieć dla walki przeciwczołgowej znaczenie wprost epokowe.

Niemniej interesujące jest zastosowanie tej amunicji *w walce przeciwlotniczej.*

Weźmy znów dla przykładu poprzedni k.m., strzelający amunicją 6,2 SC i płatowiec o szybkości 300 klm/godz., którą się normalnie przyjmuje przy konstrukcji celownika przeciwlotniczego.

W czasie przelotu pocisku na 900 m, płatowiec wykcna zaledwie 52,5 m. zamiast 134 m, jakie wykonałby, gdyby na tę odległość strzelano do niego zwykłym pociskiem „SC". Wyprzedzenie wynosi więc $2\frac{1}{2}$ razy mniej, niż przy obecnej amunicji i tyleż razy mniejsze są szanse, że lotnik zmieni w tym czasie swój kierunek lotu. W czasie, kiedy płatowiec przelatuje własną długość (conajmniej 4 m), trafi weń 0,72 strzałów. Dwa więc sprzężone k. m. zapewniają prawie że niezawodne trafienie każdego płatowca na odległości 900 m.

A że działanie pocisku jest o wiele skuteczniejsze, niż zwykłego pocisku karabinowego, więc i szansa zniszczenia płatowca poważnie wzrasta.

Przy kalibrze 12,4 m, wyprzedzenie na 1800 m wynosi 105 m, zamiast jakich 290 m dla normalnego k. m. tego kalibru, prawie więc trzykrotnie mniej. Conajmniej więc w tym samym stopniu wzrasta szansa trafienia płatowca.

W walce więc przeciwlotniczej pociski o bardzo dużej szybkości początkowej stanowią nowy bardzo potężny środek walki.

Również użyteczna jest ta amunicja w walce lotniczej. Na odległości 400 m dwa mijające się płatowce oddalą się w czasie przelotu pocisku 6,2 *SC* na tę odległość o 41 m, zamiast 92 m, jakie wykonałyby w czasie, potrzebnym na przelot pocisku *"S"*. Na 300 m odległość ta wyniesie 30 m, zamiast obecnych 67 m. Tem samem wzrośnie i pewność trafienia, nie mówiąc już o nieporównanie większej skuteczności pocisku, trafiającego w płatowiec.

Wreszcie chcąc przedstawić, jakie zmiany w sposobach walki wprowadzić może tego rodzaju amunicja, popuśćmy nieco wodze fantazji i wyobraźmy sabie, że w wyniku dłuższej ewolucji cały pierwszy rzut bojowy piechoty (karabiny i r. k. m.) strzela tylko pociskami o dużej szybkości. C. k. m. bowiem zastosować jej nie będą mogły, skoro, jak to poprzednio przedstawiłem, traci ona wszelką skuteczność na jakich 1000 do 1500 m.

Wobec wybitnie płaskiego toru najniższy celownik wynosić bądzie 800 m, może nawet 900 m. Zapory boczne r. k. m. będą więc do 900 m absolutnie nie do przejścia. Mały rozrzut zezwoli na skuteczne zwalczanie najmniejszego nawet celu polowego (główki) na tej odległości, byle tylko polepszyć warunki widoczności (luneta na karabinie). Krótkie czasy przelotu ułatwią zwalczanie celów żywych. Na 900 m żołnierz biegnący przebędzie w czasie lotu pocisku przestrzeń zaledwie 2 m, na 450 m ledwo 0,9 m. Mała zależność od wpływów atmosferycznych znacznie ułatwi strzelanie i zwiększy szanse trafienia celu.

Skuteczność działania pocisku czynić będzie każdego trafionego niezdolnym do walki na dłuższy okres czasu. Hełm stalowy przestanie osłaniać żołnierza nawet przy najskośniejszem trafieniu. Tarcze k. m. i artylerji przestaną chronić przed pociskami karabinowemi. Każde gniazdo k. m., każdy piechur będzie się mógł sam bronić przed natarciem lekkich czołgów.

Oczywiście stan, opisany powyżej, nie nastanie odrazu. Amunicja o bardzo dużej szybkości początkowej jest jeszcze rzeczą nową. Znamy jej cechy dodatnie; nie wiemy jeszcze, jakie cechy ujemne może przynieść ze sobą jej wprowadzenie. Ponadto zapasy, jakie leżą w magazynach wszystkich wojsk, konieczność całkowitego przezbrojenia się, z chwilą przejścia na inną amunicję, — ciężą poważnie na decyzji przyjęcia takiego czy innego rozwiązania.

Niechętnie więc decydują się poszczególne państwa na zmiany kalibru swej amunicji i kształtu, oraz wielkości swego naboju.

Ale, choć ewolucja ku większym szybkościom będzie powolna, to jednak kto wie, czy wpływ opisanych wyżej prac nie będzie dla dalszego rozwoju uzbrojenia tem, czem w ubiegłem stuleciu było wprowadzenie prochu bezdymnego, i czy nie stoimy u progu nowej epoki w zakresie potęgi ogniowej broni piechoty, a w dalszej fazie rozwoju,—i artylerji. A że artylerja, obok ulepszeń prochu, które są zasadniczym warunkiem tej ewolucji, dysponować może jeszcze daleko już dziś posuniętemi ulepszeniami w materjale i konstrukcji, to też wyniki dobrego rozwoju tego zagadnienia mogą przynieść zupełnie dziś niespodziewane przekształcenie naszych obecnych zapatrywań na walkę i na wagę poszczególnych jej czynników, w pierwszym zaś rzędzie lotnictwa i czołgów.

I zdaje się, że—wbrew opinjom entuzjastów, którzy poza temi nowemi środkami walki nie chcą widzieć nic innego, i którzyby obecne bronie najchętniej złożyli do lamusa – *broń palna nie wypowiedziała jeszcze swego ostatniego słowa.*

623.451.5:623.565.1

Płk. rez. inż. GYURKOWICZ JERZY
i mjr. inż. ŻEBROWSKI APOLINARY.

OBLICZENIE WYTRZYMAŁOŚCIOWE SKORUPY SZRAPNELA.

W Nr. 10 Wiadomości Techn.-Artyl. podano metody obliczania wytrzymałościowego skorupy granatu. W artykule niniejszym rozpatrzymy, jak należy przeprowadzać obliczenie wytrzymałościowe części składowych szrapnela.

I.

OBLICZENIE GŁOWICY SZRAPNELA.

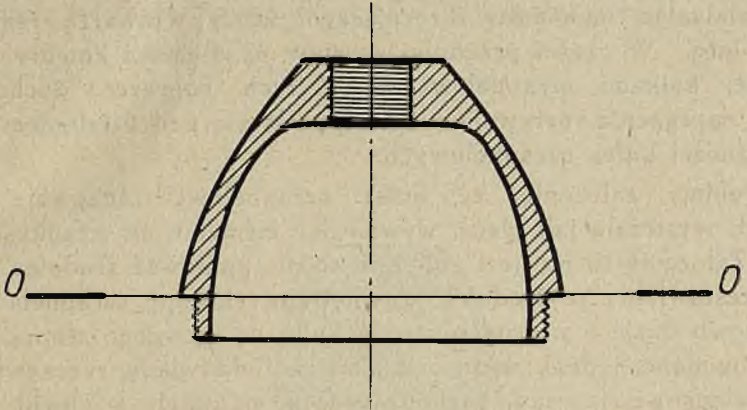
Przedewszystkiem zaznajomimy się z obliczeniem głowicy szrapnela. Dla uzyskania możliwie największej szybkości kulek w chwili rozprysku szrapnela powinniśmy zmniejszyć ciężar głowicy i grubość jej ścianek do minimum. Jednak grubość ścianek powinna być dostateczna ze stanowiska wytrzymałości materjału, t. zn. naprężenia, powstające w materjale głowicy w chwili wystrzału, nie powinny przekraczać granicy plastyczności.

Grubość ścianek głowicy w przekroju 0 — 0 (patrz rys. 1) może być obliczona zapomocą wzoru, który już podaliśmy w artykule poprzednim, a mianowicie

$$\delta = \frac{k\,G_0}{f_0} \leqslant k_c,$$

gdzie k oznacza spółczynnik przyśpieszenia, G_0 — ciężar głowicy wraz z zapalnikiem, f_0 — powierzchnię części pracującej przekroju

głowicy płaszczyzną 0 — 0. Przy wyrobie głowicy ze stali grubość ścianek w przekroju 0 — 0, obliczona zapomocą podanego wyżej wzoru, zwykle bywa mniejsza od grubości, jaką zmuszeni jesteśmy zastosować ze względów konstrukcyjnych.



Rys. 1.

II.

OBLICZENIE SKORUPY SZRAPNELA.

Skorupa szrapnela przedstawia ciężar martwy. Ze względu na uzyskanie możliwie większej zawartości kulek w szrapnelu powinniśmy skonstruować skorupę w ten sposób, aby ciężar jej, a więc grubość ścianek i dna zredukować do minimum. Z drugiej jednak strony skorupa powinna posiadać takie wymiary, aby w chwili wystrzału nie nastąpiło pęknięcie dna lub wcinanie się ścianek skorupy w gwint lufy, co pociąga za sobą gwałtowne zwolnienie ruchu pocisku w lufie i w konsekwencji — przedwczesne funkcjonowanie zapalnika.

Niedostateczna wytrzymałość skorupy może więc być przyczyną rozprysku przedwczesnego szrapnela, który nie jest tak szkodliwy dla samego działa i jego obsługi, jak wybuch granatu w lufie, jednak może pociągnąć za sobą ofiary w szeregach własnej piechoty. Ze względów powyższych przy projektowaniu szrapnela powinno być skrupulatnie przeprowadzone obliczenie wytrzymałościowe jego skorupy.

Zastanowimy się najpierw nad tem, jakie naprężenia powstają w chwili wystrzału w ściankach skorupy. W części tylnej skorupy

na długości komory prochowej występują w ściankach naprężenia, które już zbadaliśmy w artykule poprzednim, a mianowicie: naprężenia ściskające pod działaniem siły bezwładności tej części szrapnela, która leży nad przekrojem badanym, i naprężenia ścinające pod działaniem momentu skręcającego, który wytwarza reakcja gwintu lufy. W części przedniej skorupy na długości komory, wypełnionej kulkami szrapnelowemi, do tych naprężeń dochodzą jeszcze naprężenia rozrywające, które powstają pod działaniem siły bezwładności kulek szrapnelowych.

Zrobimy założenie, że kulki szrapnelowe zachowują się w chwili wystrzału jak ciecz, wywierając ciśnienie na ścianki skorupy. Założenie to nie jest zupełnie ścisłe, ponieważ średnica kulek w zestawieniu ze średnicą wewnętrzną skorupy szrapnela jest stosunkowo duża, a z drugiej strony kulki do pewnego stopnia są unieruchomione, jednak w znacznej mierze odpowiada rzeczywistemu przebiegowi zjawiska, zachodzącego w szrapnelu w chwili wystrzału.

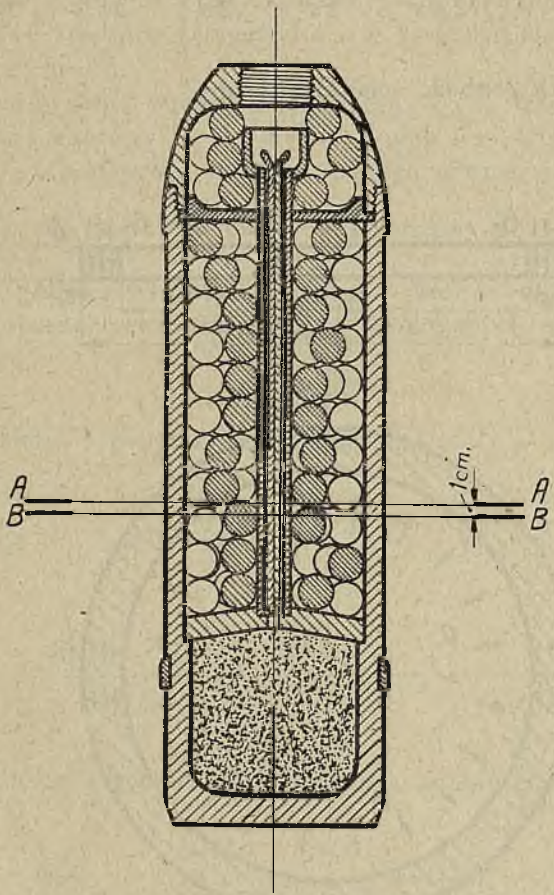
Z drugiej strony należy przewidywać, że i w wojnie przyszłej tak, jak to zachodziło w czasie wojny światowej, brak antymonu i pośpiech przy wyrobie mogą pociągnąć za sobą użycie do pewnej ilości szrapneli kulek miękkich z małą zawartością *Sb*. Badania po wystrzale takich szrapneli, zaopatrzonych w zapalniki ślepe, potwierdzają całkowicie konieczność oparcia konstrukcji na przytoczonem wyżej założeniu: kulki miękkie w chwili wystrzału zbijają się w części tylnej komory w zwartą masę, i nawet po przecięciu tej masy trudno określić zarysy poszczególnych kulek, zupełnie zdeformowanych.

Wychodząc z założenia, że w chwili wystrzału kulki szrapnelowe zachowują się jak ciecz, musimy przyjąć, że w każdym przekroju, prostopadłym do osi szrapnela, kulki wywierają we wszystkich kierunkach ciśnienie, wielkość którego równa się sile bezwładności całej warstwy kulek, znajdujących się nad przekrojem badanym, podzielonej przez powierzchnię przekroju wnętrza skorupy. Ciśnienie to wywołuje w każdym elemencie ścianek skorupy naprężenia rozrywające w kierunku prostopadłym do osi skorupy. Porównajmy te naprężenia z naprężeniami ściskającemi, powstającemi również w każdym elemencie ścianek skorupy pod działaniem siły bezwładności samej skorupy.

W tym celu przetniemy szrapnel dwiema płaszczyznami *A—A* i *B — B*, prostopadłemi do osi skorupy i oddalonemi od siebie

o 1 cm (patrz rys. 2). Oznaczymy ciężar kulek, leżących nad przekrojem $A—A$, przez G_k, a spółczynnik przyśpieszenia—przez k; wówczas nacisk całkowity, wywierany w chwili wystrzału przez kulki, leżące nad przekrojem $A — A$, wyniesie $k G_k$, ciśnienie zaś, panujące wewnątrz części skorupy $AABB$ (patrz rys. 3),

$$p = \frac{k\, G_k}{\frac{\pi\, d^2}{4}} .$$



Rys. 2.

Ciśnienie p wytwarza siłę P, pod działaniem której powstają w rozpatrywanej części skorupy naprężenia rozrywające σ_r w każ-

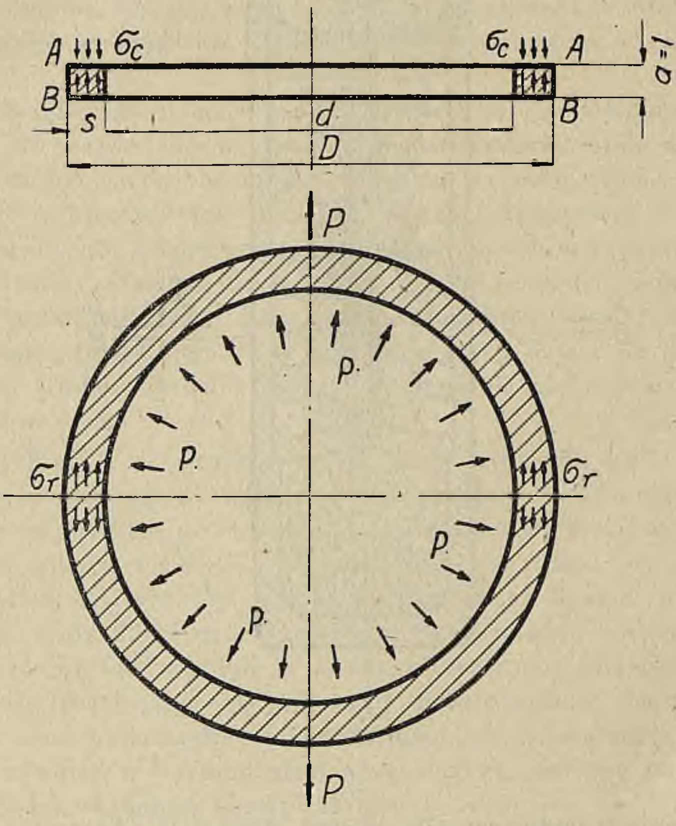
dym przekroju płaszczyzną, przechodzącą przez oś skorupy. Wielkość siły P możemy określić ze wzoru

$$P = pad = pd,$$

wielkość zaś naprężeń rozrywających — ze wzoru

$$\sigma_r = \frac{P}{2as} = \frac{P}{2s} = \frac{pd}{2s} = \frac{d}{2}\,\frac{p}{s},$$

gdzie s oznacza grubość ścianki skorupy.



Rys. 3.

Co się tyczy naprężeń ściskających σ_c, które powstają w przekroju $A — A$ pod działaniem siły bezwładności samej skorupy, wielkość ich może być określona zapomocą wzoru

$$\sigma_c = \frac{k\,G_s}{f_0} = \frac{k\,G_s}{\frac{\pi}{4}\,(D^2 - d^2)},$$

gdzie G_s oznacza ciężar części skorupy, leżącej nad przekrojem $A — A$, wraz z głowicą oraz częściami szrapnela, połączonemi z głowicą; D i d — średnicę zewnętrzną i wewnętrzną skorupy szrapnela w przekroju $A — A$.

Dla porównania wielkości naprężeń σ_r i σ_c trzeba ustalić stosunek ciężaru skorupy G_s do ciężaru kulek G_k. Obliczając wielkości G_s i G_k na podstawie rysunku jednego ze szrapneli istniejących, przekonamy się, że stosunek $\frac{G_k}{G_s}$ jest zbliżony do 1, zwłaszcza dla przekroi w pobliżu wyrzutnika tylnego. Wobec tego przy porównywaniu naprężeń rozrywających i ściskających przyjmujemy

$$G_k \cong G_s.$$

Wyrazimy σ_r zapomocą wielkości k, G_k, D, d.

$$\sigma_r = \frac{d}{2}\,\frac{p}{s} = \frac{d}{2}\,\frac{p}{\frac{D-d}{2}} = \frac{d}{D-d}\,p = \frac{d}{D-d}\,\frac{k\,G_k}{\frac{\pi\,d^2}{4}} =$$

$$= \frac{k\,G_k}{\frac{\pi}{4}\,d\,(D-d)}.$$

W dalszym ciągu ustalimy stosunek wielkości naprężeń σ_r i σ_c.

$$\frac{\sigma_r}{\sigma_c} = \frac{k\,G_k}{\frac{\pi}{4}\,d\,(D-d)} \cdot \frac{\frac{\pi}{4}\,(D^2 - d^2)}{k\,G_s} \cong \frac{D^2 - d^2}{d\,(D-d)} = \frac{D + d}{d} > 2.$$

Widzimy z tego, że w części przedniej skorupy na długości komory, wypełnionej kulkami szrapnelowemi, naprężenia rozrywa-

jące są w przybliżeniu dwukrotnie większe od naprężeń ściskających. To też nie można uznać za słuszną metodę obliczania wytrzymałościowego skorup szrapneli, polecaną przez podręczniki francuskie, które ignorują naprężenia rozrywające i uwzględniają tylko naprężenia ściskające, stosując identyczne wzory do obliczania skorup granatów i szrapneli. Konieczność uwzględnienia w pierwszym rzędzie naprężeń rozrywających przy obliczaniu skorup szrapneli znajduje uzasadnienie nie tylko w przesłankach teoretycznych, lecz i w wynikach praktycznych, otrzymanych przy strzelaniu szrapnelami.

Omówiliśmy wyżej naprężenia, powstające w ściankach skorupy szrapnela w chwili wystrzału. Podamy teraz wzory, na podstawie których powinny być przeprowadzone obliczenia wytrzymałościowe przy projektowaniu szrapnela. Zastanowimy się najpierw nad pytaniem, jak należy obliczać część skorupy szrapnela, narażoną w chwili wystrzału na działanie naprężeń rozrywających. Oczywiście, że moglibyśmy uwzględnić oba rodzaje naprężeń, posługując się twierdzeniami o pracy sprężystej, jednak praktyka stwierdza, że zastosowanie w tym wypadku teorji największego naprężenia daje wyniki w zupełności zadawalające. Pomijamy więc naprężenia ściskające, jak również i naprężenia ścinające, które, jak to stwierdziliśmy w artykule poprzednim, są bardzo małe.

Obliczyliśmy już wyżej, że wielkość naprężeń rozrywających, które powstają w chwili wystrzału w ściankach skorupy na długości komory, wypełnionej kulkami, wynosi

$$\sigma_r = \frac{d}{2}\frac{p}{s}.$$

Wobec tego grubość s_x ścianek skorupy w każdym przekroju $X - X$ przez komorę, wypełnioną kulkami, może być obliczona zapomocą wzoru

$$s_x \geqq \frac{d_x}{2}\frac{p_x}{k_r} \quad \text{(patrz rys. 4)}$$

przyczem ciśnienie p_x, panujące w przekroju $X - X$, należy obliczyć ze wzoru

$$p_x = \frac{k\,G_x}{\frac{\pi\,d_x^2}{4}}.$$

gdzie G_x oznacza ciężar kulek szrapnelowych, leżących nad przekrojem $X - X$.

Co się tyczy naprężenia dopuszczalnego na rozerwanie k_r, nie należy przekraczać granicy plastyczności, która dla używanej zazwyczaj do wyrobu skorup szrapneli stali o wytrzymałości na rozerwanie $R = 90 - 100$ kg/mm² wynosi 60 — 70 kg/mm².

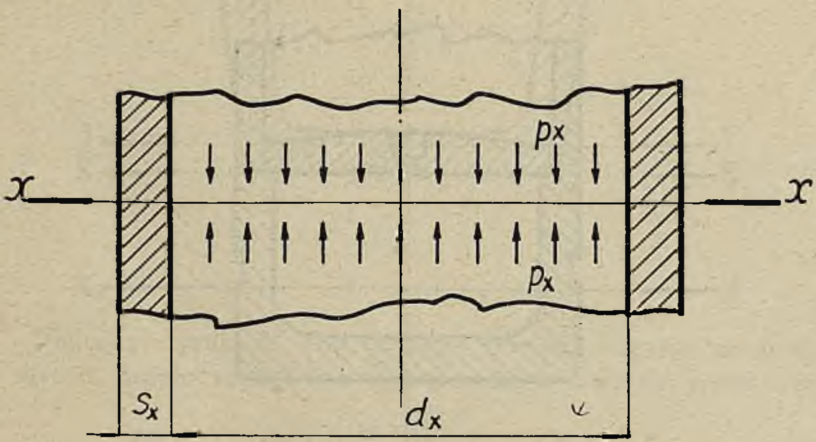
Które przekroje na długości komory, wypełnionej kulkami szrapnelowemi, powinny być obliczone na wytrzymałość?

W pierwszym rzędzie przekrój 3—3 (patrz rysunek 5), w którym panuje ciśnienie p_3 pod działaniem całego ładunku kulek szrapnelowych. Jeżeli zarys zewnętrzny tyłu szrapnela przedstawia stożek, i rowek na pierścień wiodący znajduje się nad przekrojem 3—3, należy obliczyć również przekrój 2—2, osłabiony rowkiem na pierścień wiodący. Wreszcie w szrapnelach, komora których składa się z 2-ch części, walcowej i stożkowej, należy sprawdzić przekrój 1—1 w miejscu przejścia walca w stożek.

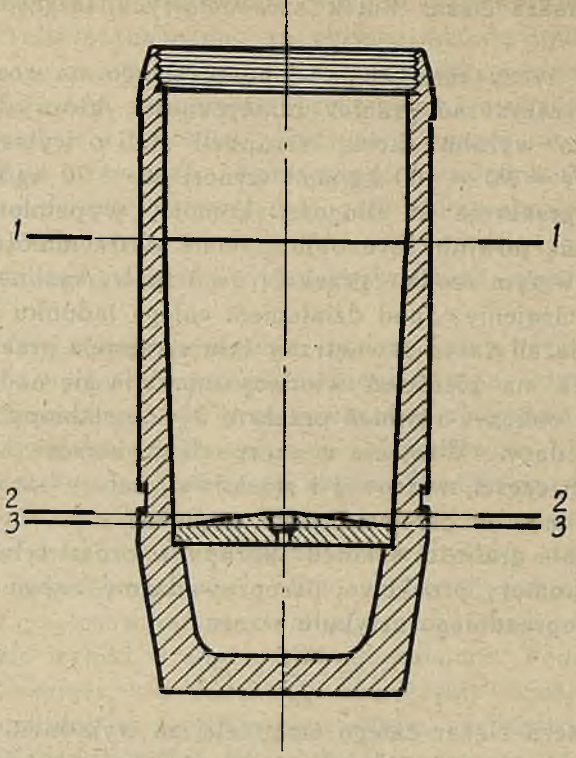
Obliczenie grubości ścianek skorupy w części tylnej szrapnela na długości komory prochowej przeprowadzamy zapomocą znanego już nam z poprzedniego artykułu wzoru

$$\sigma_x = \frac{kG_x}{f_x} \leqslant k_c,$$

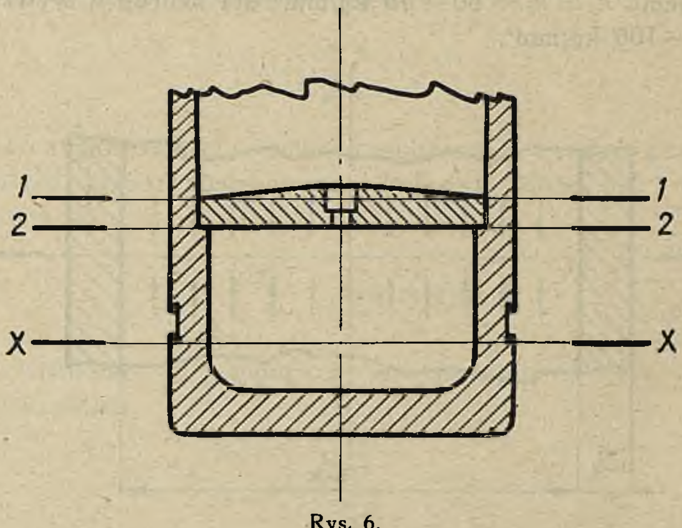
dzie G_x oznacza ciężar całego szrapnela, za wyjątkiem części skorupy, leżącej pod przekrojem $X - X$ (patrz rys. 6), i ładunku prochu czarnego. Co się tyczy naprężenia dopuszczalnego na ściskanie, przyjmujemy $k_c = k_r = 60 - 70$ kg/mm² dla skorup o wytrzymałości $R = 90 - 100$ kg/mm².



Rys. 4.



Rys. 5.



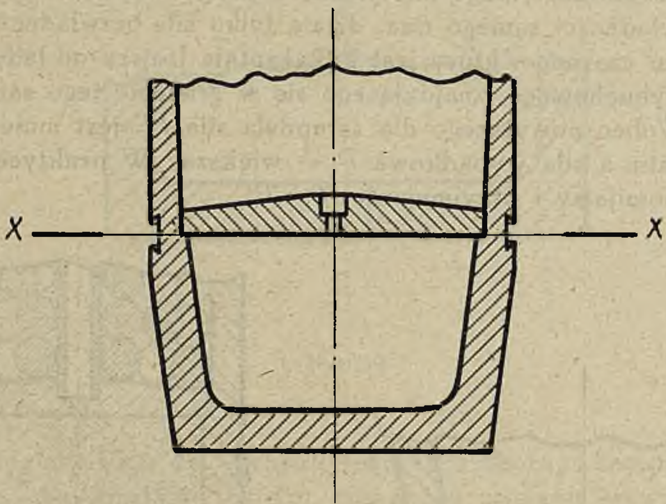
Rys. 6.

Dla szrapneli, nie posiadających stożka tylnego, jak również dla szrapneli, stożek tylny których jest krótki, najbardziej narażonym na deformację w tej części szrapnela jest przekrój $X - X$, osłabiony rowkiem na pierścień wiodący (patrz rys. 6).

Ściankę skorupy na długości wyrzutnika tylnego, a więc w granicach między przekrojami 1 — 1 i 2 — 2 (patrz rys. 6), obliczamy na ściskanie zapomocą wzoru

$$\sigma_x = \frac{kG_x}{f_x} \leqslant k_c ;$$

w tym jednak wypadku G_x należy przyjąć równym ciężarowi części skorupy, leżącej nad przekrojem $X - X$ (patrz rys. 7), wraz z głowicą i częściami szrapnela, połączonemi z głowicą, ponieważ kulki szrapnelowe nie obciążają ścianek na długości wyrzutnika tylnego. Obliczenie grubości ścianek na długości wyrzutnika tylnego powinno być bezwzględnie przeprowadzone w tym wypadku, jeśli ścianki osłabione są tutaj rowkiem na pierścień wiodący (patrz rys. 7).



Rys. 7.

Obliczenie grubości dna skorupy przeprowadzamy na podstawie wzoru, przytoczonego już w poprzednim artykule, a mianowicie

$$s_d \geq \sqrt{\frac{0{,}6\; r_d^2\, p_{\max}}{k_g}} ,$$

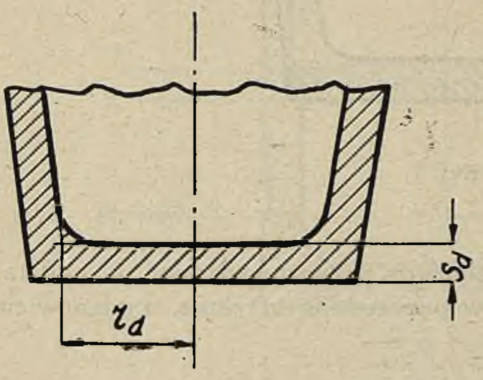
dzie s_d oznacza grubość dna, r_d — promień obwodu dna (patrz rys. 8), p_{max} — największe ciśnienie w lufie działa w chwili wystrzału. Dla skorup szrapneli, wykonanych ze stali o wytrzymałości $R = 90 - 100$ kg/mm², przyjmujemy we wzorze na grubość dna $k_g = 60 - 70$ kg/mm².

Często spotykamy w podręcznikach amunicji zdanie, że przy jednakowem ciśnieniu w lufie działa dno szrapnela przenosi mniejsze obciążenie, niż dno granatu tego samego kalibru, i wskutek tego może być cieńsze. Zdanie to nie znajduje żadnego uzasadnienia.

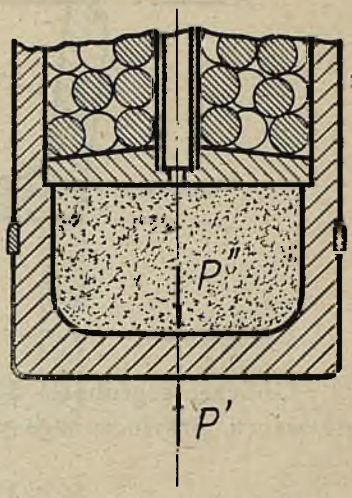
Działająca na dno siła

$$P = P' - P'' \quad \text{(patrz rys. 9),}$$

gdzie P' oznacza siłę ciśnienia gazów prochowych, wytworzonych przy spalaniu się ładunku miotającego, a P'' — siłę bezwładności samego dna i ładunku wewnętrznego, cisnącego nań w chwili wystrzału. Nacisk ładunku kulek w szrapnelu przenoszony jest zapomocą wyrzutnika tylnego na ścianki skorupy, na dno więc, prócz siły bezwładności samego dna, działa tylko siła bezwładności ładunku prochu czarnego, który jest kilkakrotnie lżejszy od ładunku materjału wybuchowego, znajdującego się w granacie tego samego kalibru. Wobec powyższego dla szrapnela siła P'' jest mniejsza, niż dla granatu, a siła wypadkowa P — większa. W praktyce siłę P'' zwykle pomijamy i przyjmujemy $P = P'$.



Rys. 8.



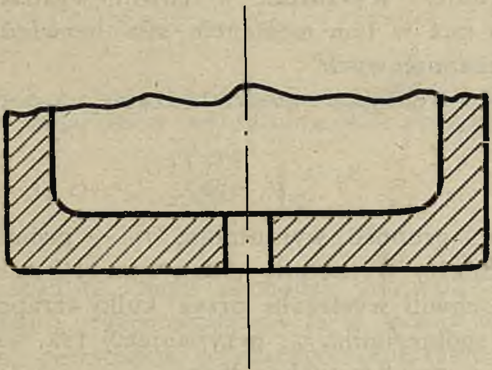
Rys. 9.

Przy obliczaniu dna skorupy szrapnela należy również sprawdzić jego grubość na ścinanie zapomocą wzoru

$$\tau = \frac{r_d\, p_{\max}}{2 s_d} \leqslant k_t\,,$$

przyjmując $k_t \cong 0{,}75\ k_r$.

Materjał skorupy szrapnela narażony jest na działanie znacznych sił wewnętrznych nie tylko w chwili wystrzału, kiedy szrapnel znajduje się w lufie działa, lecz także i w chwili rozprysku. Dla ilustracji naprężeń, powstających w skorupie w chwili rozprysku szrapnela, możemy przytoczyć, że dna szrapneli wystrzelonych posiadają niekiedy otwór osiowy (patrz rys. 10), który powstaje przy rozszerzaniu się skorupy pod działaniem ciśnienia gazów ładunku prochowego, umieszczonego w szrapnelu. W chwili rozprysku następuje również rozszerzenie się części przedniej skorupy: dowodzi tego fakt, że gwint, łączący głowicę ze skorupą, pozostaje zazwyczaj przy rozprysku szrapnela nieuszkodzony.



Rys. 10.

Widzimy więc, że w chwili rozprysku skorupa szrapnela narażona jest na działanie bardzo znacznego ciśnienia wewnętrznego. Z drugiej strony wiemy o tem, że celowe wykorzystanie energji ładunku prochu, znajdującego się w szrapnelu, dla nadania kulkom szybkości początkowej wymaga, aby skorupa szrapnela w chwili rozprysku pozostała cała.

Jednak obliczanie naprężeń, powstających w skorupie szrapnela w chwili rozprysku, nie daje wyników rozstrzygających, a to ze względu na dowolność założeń co do przebiegu zjawisk, na któ-

rych musimy oprzeć obliczenia. To też zazwyczaj ograniczamy się do przeprowadzenia obliczenia naprężeń, powstających w skorupie w chwili wystrzału, i do stwierdzenia drogą doświadczalną na pewnej ilości szrapneli wykonanych, że rozprysk nie pociąga za sobą takich odkształceń skorupy, któreby mogły wpłynąć ujemnie na funkcjonowanie skorupy.

(Przy próbie tej bada się jednocześnie, jaką szybkość początkową uzyskują kulki szrapnelowe pod działaniem ładunku prochu, zawartego w komorze tylnej szrapnela).

III.

OBLICZENIE WYRZUTNIKA.

Oprócz skorupy i głowicy szrapnela, należy obliczyć wyrzutnik tylny, ciężar którego ze względu na uzyskanie możliwie największej szybkości kulek w chwili rozprysku szrapnela powinien być dobrany oszczędnie. Wyrzutnik w chwili wystrzału pracuje na zginanie; działa nań w tym momencie siła bezwładności całego ładunku kulek szrapnelowych.

Obliczenie wyrzutnika przeprowadzamy na podstawie wzoru

$$s_w \geq \sqrt{\frac{\varphi\, r_p^2 p_k}{k_g}},$$

gdzie s_w oznacza grubość wyrzutnika, r_p — promień obwodu, na którym jest podparty wyrzutnik (patrz rys. 11), p_k — ciśnienie, wywierane nań w chwili wystrzału przez kulki szrapnelowe. Co się tyczy wartości spółczynnika φ, przyjmujemy tak, jak przy obliczeniu dna skorupy, $\varphi = 0{,}6$, wobec tego

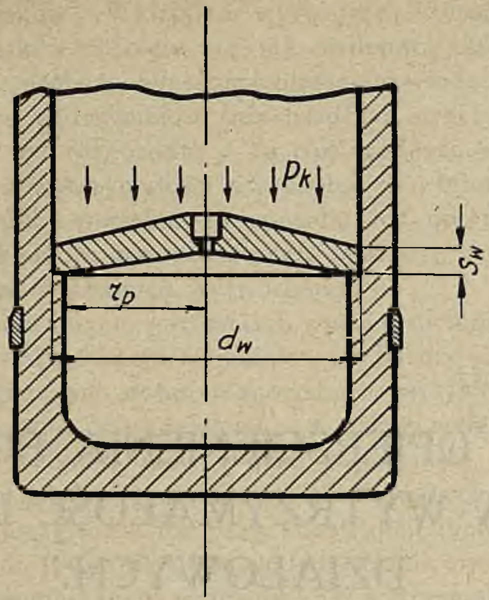
$$s_w \geq \sqrt{\frac{0{,}6\, r_p^2\, p_k}{k_g}}.$$

Dla wyrzutników, wykonanych ze stali o wytrzymałości $R \geq 80$ kg/mm², należy przyjąć $k_g = 60$ kg/mm².

Ciśnienie p_k obliczamy zapomocą podanego wyżej wzoru

$$p_k = \frac{k\, G_k}{\frac{\pi d_w^2}{4}},$$

przyczem G_k oznacza ciężar całego ładunku kulek, d_w — średnicę obwodu wyrzutnika (patrz rys. 11).



Rys. 11.

Naprężenia ścinające w wyrzutniku obliczamy zapomocą wzoru

$$\tau = \frac{r_p p_k}{2 s_w} \leqslant k_t \, ,$$

przyjmując $k_t \cong 0,75\ k_r$. Jeśli zachodzi potrzeba obliczenia wyrzutnika przedniego, przeprowadzamy je w sposób identyczny.

Co się tyczy pierścienia wiodącego, obliczenie jego przeprowadza się w ten sam sposób, jak i dla granatów.

623.56:623.536

Inż. DENK JULJUSZ.

WPŁYW OPIERŚCIENIENIA POCISKÓW NA WYTRZYMAŁOŚĆ LUF DZIAŁOWYCH.*)

W ostatnich czasach dużo dyskutowano nad zagadnieniem wpływu pierścienia wiodącego pocisku na przewód lufy działowej podczas wystrzału i rozważano, czy rzeczywiście ten wpływ może być tak wielki, aby mógł powodować odkształcenie przewodu lufy.

Twierdziłem zawsze, że chociaż lufa działowa, dowolnego wzoru i kalibru, wytrzymuje działanie ciśnienia gazów wybuchowych bez najmniejszych odkształceń przewodu lufy, to nie znaczy, że w równej mierze zachowuje się ona pod działaniem pierścienia wiodącego pocisku, w czasie jego przelotu przez przewód lufy.

Lufa działowa, obliczona na podstawie krzywej ciśnienia gazów wybuchowych, wytrzymuje bezwzględnie ciśnienie, przyjęte za podstawę obliczeń, jeżeli została wykonana ściśle według tych obliczeń. Inaczej nieco przedstawia się jednak zagadnienie wytrzymałości lufy działowej pod wpływem pierścienia wiodącego pocisku podczas wystrzału, które zależne jest od czysto przypadkowych czynników. Nowocześnie wykonane pociski działowe posiadają pod tym względem tak różnorodną własność, że śmiało powiedzieć można, iż pod względem własności poszczególnych pierścieni wiodących na pociskach — każdy pocisk różni się od drugiego. Różnorodność ta występuje tem jaskrawiej, im większa ilość wytwórni wykonywa pe-

*) Artykuł ten podajemy do dyskusji, jako osobiste poglądy autora (Przyp. Red.).

wien wzór pocisków. Widziałem wytwórnie, które pod względem wykonania pocisków cieszyły się jak najlepszą opinją, jednak pomimo tego przy próbach własności pierścieni wiodących okazało się, że wpływ ich na wytrzymałość lufy (podczas strzelania) wyraził się niejednolicie i był różnorodny. Ta różnorodność wpływu pierścieni wiodących na wytrzymałość lufy pochodzi z tolerancyj, jakie wynikają z konstrukcji pocisku, ze sposobu ich opierścienienia, oraz staranności wykonania poszczególnych operacyj przy opierścienieniu, stosowanych w różnych wytwórniach.

Pociski o skrajnych wartościach wyżej wspomnianych wpływów wywierają na wytrzymałość luf działowych bardzo szkodliwy wpływ. Ta wielka, a nieuznana dotąd różnorodność wpływu pierścieni wiodących na przewód lufy działowej — wskazywałaby, mojem zdaniem, na to, że technika budowy dział i pocisków nie zdaje sobie dotąd należycie sprawy z wielkości i skutków tych wpływów i nieświadomie nie uwzględnia ich przy konstrukcji tych elementów.

Uzasadnienie powyższego mego twierdzenia oraz ujemnego działania wyżej wspomnianych wpływów na wytrzymałość luf działowych postaram się poniżej wyjaśnić na przeprowadzonych przezemnie doświadczeniach i obliczeniach.

Do przeprowadzenia powyższych badań wybrałem lufę armaty franc. 75 mm. wz. 97. Lufę tę wybrałem celowo, ponieważ posiada ona dość dużą tradycję, w czasie wojny światowej odgrywała poważną rolę i konstrukcja jej uchodzi za dobrą, wskutek czego posiada już zdecydowaną renomę. Przy dziale tem jest w użyciu cały szereg różnych gatunków pocisków, z pośród których dla moich wywodów wybrałem: szrapnel wz. 97, granat wz. 15 i 17, oraz dla uzupełnienia obrazu — pocisk pełny balistyczny.

Wszystkie 4 rodzaje wymienionych pocisków posiadają pierścienie wiodące o jednakowym profilu, różnicę zaś w średnicach pierścieni wiodących tych pocisków uważam za nieznaczną, jeżeli chodzi o ich wpływ na wytrzymałość tej właśnie lufy. Dla uniknięcia jednak niejasności przyjmuję, że średnice wszystkich 4-ch wzorów pocisków są jednakowe. Praktycznie, przez dobieranie dolnych i górnych granic tolerancyj fabrykacyjnych, możemy zawsze dobrać sobie partję granatów wz. 15 i 17, szrapneli wz. 97 i pocisków balistycznych, posiadających jednakowe średnice pierścieni wiodących.

Zdawałoby się, że jeżeli pierścienie wiodące partji granatów, n.p. wz. 15, posiadają jednakowe średnice, to taką partję granatów możnaby uważać za jednolitą pod względem wpływu pierścienia

wiodącego na przewód lufy działowej. W rzeczywistości tak nie jest, ponieważ warunki dla opierścienienia pocisków tak u nas, jak i zagranicą, nie uwzględniają tak nazwanego przezemnie jednolitego *„zacisku pocisku w przewodzie lufy działowej"*.

Z partji pocisków dowolnego wzoru wybieramy kilka, odpowiadających pod każdym względem wszelkim wymaganiom warunków technicznych, i dobieramy je tak, by średnice tych pocisków były jednakowe: jeżeli wystrzelamy je z nowej lufy w jednakowych warunkach w taki sposób, ażeby wystrzelane pociski można było odnaleźć — to stwierdzimy, mierząc ponownie średnice pierścieni, że średnice te nie są jednakowe, ale różnią się w swoich wymiarach. Ta różnorodna wielkość średnic pierścieni pocisków po wystrzale występuje tem jaskrawiej, gdy pociski pochodzą z różnych wytwórni. Ta różnica średnic pierścieni wiodących po wystrzale dochodzi przy 75 mm działach wz. 97 do 3-krotnej wielkości dopuszczalnej tolerancji fabrykacyjnej dla tych pierścieni.

Średnica pierścienia wiodącego pocisku po wystrzale jest wielkością, zależną od całego szeregu czynników i zmienia swoją wartość według ściśle określonych praw. W ramach niniejszego artykułu trudno omówić wszystkie zagadnienia, które przedstawiają pewną całość. Wyjaśniam tylko kilka zasadniczych pojęć, potrzebnych do zrozumienia omówień niniejszego artykułu.

Za podstawę do obliczenia wpływu pierścienia wiodącego na przewód lufy działowej przyjmuję wielkość średnicy tego pierścienia po wystrzale. Zasadniczym warunkiem dobrych własności balistycznych pocisku jest pierścień wiodący, który w chwili opuszczenia wylotu posiada równą albo większą średnicę, niż średnica przewodu lufy.

Wielkość, o którą po wystrzale jest większa średnica pierścienia wiodącego od średnicy przewodu lufy, nazywam *„zaciskiem pocisku w przewodzie lufy"*, albo krótko *„zaciskiem η"* i odróżniam 2 rodzaje zacisków:

1) zacisk η_P mierzony na średnicy odcisków pól przewodu lufy na pierścieniu wiodącym i
2) zacisk η_B mierzony na średnicy odcisków brózd przewodu lufy na pierścieniu wiodącym.

Zacisk pól η_P dla pocisków, odpowiadających warunkom balistycznym jest równy, albo większy od zacisku brózd η_B, jednak obydwa zaciski zmieniają swoją wartość według tych samych praw.

W omawianem zagadnieniu przyjmuję pod uwagę tylko zacisk

pól η_p. Dla lufy 75 mm wz. 97 spotykamy te zaciski w granicach od 0,10 mm do 0,40 mm. Tym zaciskom odpowiadają wahania w szybkościach wylotowych, dochodzących do 6 m/sek, a ciśnienie maksymalne waha się do 300 atm. dla normalnego ładunku. Zacisk pocisku powoduje, podczas przelotu pocisku przez przewód lufy, nacisk pierścienia wiodącego na ścianę przewodu lufy w kierunku promienia, który nazywam: *„ciśnieniem zaciskania pierścienia wiodącego w przewodzie lufy"*, albo krótko: *„ciśnieniem zaciskania"* Z_η. W danym wypadku dla obliczenia ciśnienia zaciskania u stosowanych pocisków przyjmuję zacisk η_p równy 0,35 mm, czyli o 0,05 mm, mniejszy od największego zacisku, jaki można spotkać przy obecnie wykonanych pociskach 75 mm, dla luf wz. 97. Jednocześnie podaję dla porównania wyniki obliczeń ciśnienia zaciskania dla zacisku η_p, który równa się 0,20 mm. Jest to wartość zacisku, którą uważam za największą, dopuszczalną dla granatów 75 mm. wz. 17.

W niniejszym artykule podaję obliczone ciśnienie zacisku tylko dla części przewodu lufy. Jest to ta część przewodu, w której zacisk nie zmienia już swojej wartości czyli, że pierścień wiodący nie ulega więcej odkształceniom naskutek tarcia, albo tylko tak nieznacznie się odkształca, że praktycznie uważam to za O. Tę część przewodu, która odpowiada drugiemu okresowi pracy pierścienia wiodącego w przewodzie lufy, nazywam częścią wylotową przewodu lufy, w odróżnieniu od części zamkowej przewodu, która odpowiada pierwszemu okresowi pracy pierścienia wiodącego. Długość części wylotowej nie jest stałą, lecz zmienia swoją wartość, zależnie od zdolności zaciskania i szybkości pocisku w przewodzie lufy. U lufy armat 75 mm wz. 97 początek części wylotowej przewodu waha się w granicach od 400 do 600 mm. drogi pierścienia wiodącego, mierzonej od stożka przejściowego (zależy od V_0 pocisku). Wobec powyższego podaję wartości ciśnień zaciskania dla części przewodu od pierścienia oporowego lufy do wylotu tejże, odpowiada to, dla początku części wylotowej, odległości 500 mm mierzonej od stożka przejściowego.

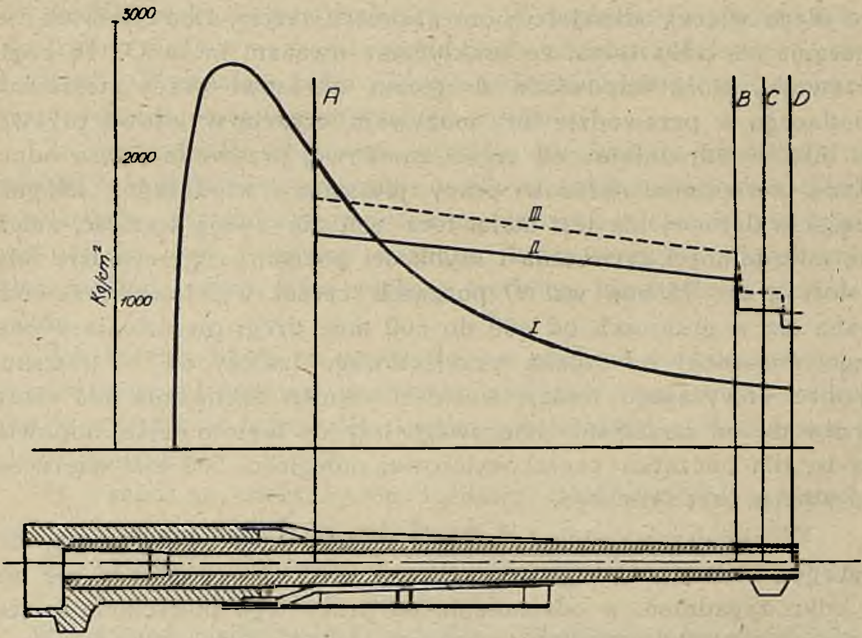
W niniejszym artykule celowo pomijam pracę pierścienia wiodącego w części zamkowej przewodu, ponieważ składa się ona z kilku zagadnień, w odróżnieniu od pracy tego pierścienia w części wylotowej lufy, dla której wyraża się jako jedno zagadnienie.

Chcąc wyjaśnić wpływ pierścienia wiodącego na przewód lufy, czyli „ciśnienie zaciskania" w pierwszym okresie jego pracy w przewodzie lufy, musiałbym wkroczyć w krytykę różnych, istniejących

wzorów do obliczenia tego ciśnienia, dokładnie opisać własne badania i doświadczenia i porównać je między sobą. Natomiast zagadnienie wpływu pierścienia wiodącego na część wylotową przewodu lufy działowej redukuje się do czysto matematycznych obliczeń, jeżeli oprzemy się na teorji, która jako przyczynę wpływu pierścienia wiodącego na wytrzymałość luf działowych przyjmuje *„zacisk pocisku"*.

Znając konstrukcyjne wymiary lufy i pocisku oraz zacisk pocisku, możemy na podstawie nauki o wytrzymałości luf działowych obliczyć, jaka jest wielkość tego wpływu, czyli *„ciśnienia zaciskania"*.

Z chwilą, kiedy znamy ciśnienie zaciskania pocisku, łatwo zdać sobie sprawę, czy lufa wytrzyma obliczone ciśnienie bez trwałych odkształceń średnicy przewodu i wobec tego nie trudno będzie sprawdzać praktycznie, drogą doświadczeń, teoretycznie obliczone „ciśnienie zaciskania pocisku". Nadaje się do tego celu szczególnie lufa działowa 75 mm wz. 97, której przekrój podłużny przedstawia rysunek Nr. 1.



Rys. 1.
Lufa działowa 75 mm wz. 97.

I. Ciśnienie gazów wybuch. dla ładunku norm.
II. Moc sprężysta dla $G_a = 40$ kg/mm² w/g Malavala.
III. „ „ „ „ „ „ prof. Hubera.

Obliczenie, podane na tablicy Nr. 1, przeprowadziłem dla kilku przekrojów poprzecznych, oznaczonych literami *A, B, C i D.*

Dla tych przekrojów poprzecznych podaję w tablicy Nr. 1: przybliżone ciśnienie gazów wybuchowych dla normalnego ładunku prochu, używanego dla tej armaty oraz moc sprężystą dla artyleryjskiej granicy sprężystości $Ga = 40$ kg/mm², obliczoną na podstawie hypotezy *Coulomb—Malavala* (odkształceń przez ślizganie bez tarcia), oraz hypotezy energji postaciowej, propagowanej u nas przez profesora Hubera.

Tablica Nr. 1.

Przekrój poprzeczny	Ciśnienie gazów dla ład. norm. kg/cm²	Moc sprężysta dla $Ga = 40$ kg/mm²	
		wg. p. Malavala kg/cm²	wg. prof. Hubera kg/cm²
A.	2000	1490	1740
B.	480	1195	1385
C.	450	950	1095
D.	420	845	975

Według danych powyższej tablicy wynika, że dla przekroju poprzecznego *A* ciśnienie gazów, obliczone na podstawie wzorów balistyki wewnętrznej, przekracza znacznie wytrzymałość lufy wz. 97, obliczoną wg. nowoczesnych hipotez. Używam zwrotu „nowoczesnych hipotez", ponieważ w czasie konstruowania lufy wz. 97, była uznawana we francuskich sferach artyleryjskich hipoteza Saint-Venanta. W rzeczywistości, przekrój poprzeczny *A*, obliczony na zasadzie hipotezy Saint-Venanta dla $Ga = 40$ kg/mm², wytrzyma ciśnienie 2000 kg/cm², praktyka zaś potwierdza w całości, że przekrój ten wytrzyma ciśnienie gazów wybuchowych ładunku normalnego, (nawet wzmocnionego) bez najmniejszych trwałych odkształceń średnicy przewodu.

Z lufy zupełnie nowej, wykonanej z rury rdzeniowej ze stali o granicy Ga od 30—40 kg/mm², oddałem kilka strzałów ładunkiem zmiejszonym, normalnym, a nawet jeden strzał ładunkiem wzmocnionym i nie stwierdziłem żadnych trwałych odkształceń średnicy przewodu tej lufy na całej jej długości. Powyższe doświadczenie

ponowiłem kilkakrotnie z lufami 75 mm, oraz kilkanaście razy z lufami innego wzoru działa. Wszystkie doświadczenia dały jednakowe wyniki, i w żadnym wypadku nie stwierdziłem najmniejszych odkształceń średnicy na całej długości przewodu, mimo, że ciśnienie gazów wybuchowych znacznie przewyższało moc sprężystą tych luf.

Na zasadzie tych badań doszedłem do przekonania, że sposób obliczenia luf działowych — na podstawie krzywej ciśnienia gazów wybuchowych — posiada czynnik dotychczas niewiadomy, który powoduje, że teoretycznie obliczona lufa w dużym stopniu nie odpowiada wynikom praktycznych badań drogą strzelania. Lufa obliczona według Saint-Venanta lub Malavala bezwzględnie wytrzyma ciśnienie gazów wybuchowych, **o ile strzelanie przeprowadzimy w taki sposób, że na przewód lufy będą działały tylko gazy wybuchowe.**

Zupełnie odmiennie przedstawia się zagadnienie wytrzymałości poprzecznej tej samej lufy, jeżeli obok ciśnienia gazów wybuchowych **dopuszczamy i działanie „ciśnienia zaciskania pierścienia wiodącego pocisku".**

Chcąc porównać działanie ciśnienia gazów i ciśnienia zaciskania pocisku, musimy odróżnić zasadniczo odmienny sposób działania tych dwóch rodzajów ciśnień. Po pierwsze, gazy wybuchowe, w miarę posuwania się pocisku, działają na coraz większą długość przewodu, pierścień zaś wiodący działa kolejno i stale na jednakową długość przewodu. Po drugie, gazy wybuchowe działają w sposób czysto dynamiczny, a działanie pierścienia wiodącego na przewód lufy jest raczej statycznem zjawiskiem, jakkolwiek posuwa się ono w warunkach dynamicznych.

Lufę działową obliczamy obecnie na podstawie wzorów równowagi statycznej, mimo, że gazy prochowe działają w sposób dynamiczny. Pomijając prace Malavala, Gossota i Liouvilla, oraz doświadczenia obce w celu sprawdzania i uzasadnienia sposobu obliczenia luf działowych, powołuję się na moje badania i doświadczenia, które wskazują, że zastosowanie wzorów równowagi statycznej kryje pewien dodatkowy (ukryty) „spółczynnik bezpieczeństwa". Spółczynnik ten łagodzi efekt dynamicznego działania gazów tak, że jest on rzeczywiście mniejszy od obliczonego efektu dla równowagi statycznej.

Nie możemy tego samego powiedzieć o działaniu pierścienia wiodącego na przewód lufy, ponieważ jakkolwiek wykonywa on

ruch dynamiczny, to jednak na jego powierzchni styku ze ścianą przewodu lufy istnieje **faktyczny stan równowagi statycznej.** Ta równowaga statyczna zmienia swoją wartość na skutek ruchu pocisku w sposób dynamiczny, niemniej jednak obliczenie tej równowagi w sposób statyczny dla poszczególnych faz ruchu dynamicznego odpowiada istotnemu stanowi. Więc w odróżnieniu od działania gazów wybuchowych, działanie pierścienia wiodącego na przewód lufy, obliczone na podstawie wzorów równowagi statycznej, musi odpowiadać wynikom praktycznie przeprowadzonych doświadczeń. W rzeczywistości tak jest, ponieważ wielka ilość przeprowadzonych przezemnie doświadczeń dała wyniki, które zgadzają się w granicach $\pm$ około 15% z wynikami obliczonemi teoretycznie, według wzorów równowagi statycznej.

Na podstawie tych doświadczeń odpada hipoteza Saint-Venanta, jako dająca wielkie różnice z wynikami badań, natomiast okazało się, że sposoby obliczenia wytrzymałości poprzecznej luf działowych wg. p. Malavala i prof. Hubera więcej odpowiadają wynikom doświadczeń, dokonanych nad wpływem pierścienia wiodącego pocisku na tę wytrzymałość. Z wyników badań i doświadczeń można jednak twierdzić, że wytrzymałość poprzeczna lufy działowej, obliczona według hipotezy p. Malavala *jest* nieco **zamocna,** wg. zaś prof. Hubera — nieco **zasłaba.** Sądzę, że na podstawie ponownych dokładnych doświadczeń i badań będzie można orzec, która z tych dwóch hipotez bardziej odpowiada rzeczywistości.

Niewątpliwie dalsze badania wpływu pierścienia wiodącego podczas wystrzału na przewód lufy działowej pozwolą z wielką dokładnością ustalić wzory, jakiemi należy się posługiwać przy obliczaniu poprzecznej wytrzymałości luf działowych.

Jedna z metod badania tego zagadnienia polega na sprawdzaniu wytrzymałości luf drogą umiejętnego strzelania z nich serjami różnych wzorów pocisków. Tego rodzaju badania można bez trudności przeprowadzić przy obecnym rozwoju techniki.

Zasadniczemi warunkami powodzenia takich doświadczeń są: dokładna znajomość granicy elastyczności (Ga) stali, z której wykonano lufę, i opierścienienie pocisków przeprowadzone w taki sposób, ażeby dla określonych danych balistycznych uzyskać żądany zacisk η_p.

Ponieważ ciśnienie zaciskania „Z" jest funkcją grubości ścian lufy i pocisku, przeto dla jednej i tej samej lufy i dla pocisków

o różnych grubościach ścianek otrzymujemy różne wartości ciśnienia zaciskania.

W tablicach Nr. II i III podaję obliczone ciśnienie zaciskania kilku wzorów pocisków o różnych grubościach ścian dla przekrojów poprzecznych A, B, C i D lufy 75 mm wz. 97. Są to ciśnienia zaciskania szrapnela wz. 97, granatów wz. 15 i 17 oraz pocisku balistycznego dla wielkości zacisku 0,20 mm i 0,35 mm.

Tablica Nr. II.

Ciśnienie zaciskania „Z_{dR}" dla zacisku $\eta_p = 0{,}20$.

Wzór pocisku	Przekrój poprzeczny lufy 75 mm wz. 97			
	A kg/cm^2	B kg/cm^2	C kg/cm^2	D kg/cm^2
Szrapnel wz. 97	950	840	730	675
Granat wz. 15	1110	965	820	750
Granat wz. 17	1350	1140	945	855
Pocisk balistyczny	1765	1435	1135	1000

Wartości podane w tablicach Nr. II i III nie przedstawiają faktycznego ciśnienia, jakie istnieje na powierzchni styku pierścienia wiodącego pocisku ze ścianą przewodu lufy. To ciśnienie zaciskania, które oznaczyliśmy „$Z\eta$" jest około 1,7 do 2 razy większe od obliczonego ciśnienia „Z_{dR}". Wynika to stąd, że pierścień wiodący wpływa również i na przekroje poprzeczne lufy i pocisku sąsiadujące z przekrojami, na które pierścień wiodący bezpośrednio oddziaływa. Na skutek nacisku pierścienia wiodącego najbardziej narażony będzie przekrój, położony nad środkiem szerokości pierścienia. Dla niego obliczamy ciśnienie zaciskania w taki sposób, aby móc z obliczonych wartości bezpośrednio obliczyć odkształcenie tego przekroju bez uwzględnienia sąsiednich przekrojów poprzecznych.

W taki sposób obliczony nacisk pierścienia wiodącego na przewód lufy oznaczam „Z_{dR}". Jest to zredukowane ciśnienie zaciskania, które w rozważaniu teoretycznem dla warunków równowagi statycznej, wywołuje te same skutki, co ciśnienie gazów wybuchowych o równej wartości.

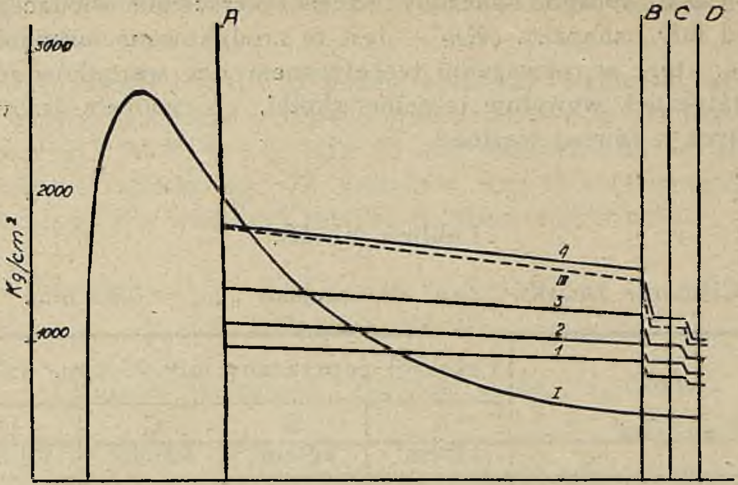
Tablica Nr. III.

Ciśnienie zacisku „Z_{dR}" dla zacisku „η_P" $= 0{,}35$ mm.

Wzór pocisku	Przekrój poprzeczny lufy 75 mm. wz. 97			
	A kg/cm²	B kg/cm²	C kg/cm²	D kg/cm²
Szrapnel wz. 97	1660	1470	1275	1180
Granat wz. 15	1940	1690	1440	1320
Granat wz. 17	2370	2000	1660	1500
Pocisk balistyczny	3100	2500	1985	1720

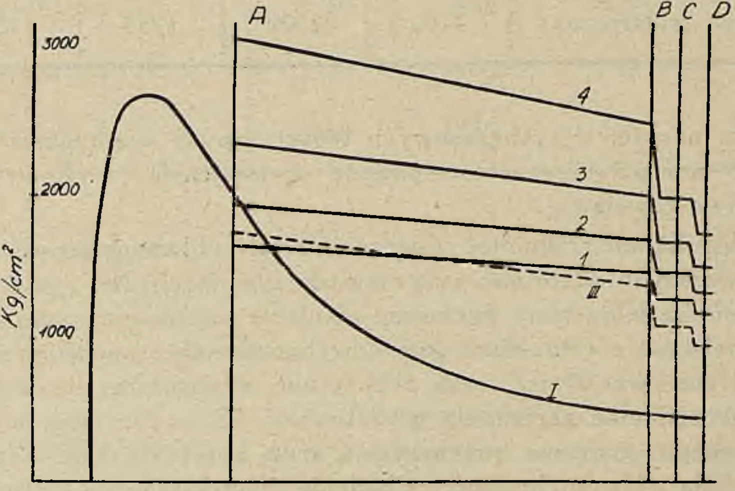
Dla naszych dotychczasowych teoretycznych wiadomości o lufach 75 mm wz. 97, wartości podane w tablicach Nr. II i III są prawdziwą rewelacją.

Aby lepiej zrozumieć znaczenie tych obliczonych wartości, przedstawiam je w formie wykresów na rysunkach Nr. 2 i 3. Na tych rysunkach możemy porównać ciśnienie zaciskania poszczególnych pocisków z ciśnieniem gazów wybuchowych i mocą sprężystą lufy 75 mm wz. 97. Z tych wykresów wynika, że dla zacisku 0,35 mm ciśnienia zaciskania granatu wz. 15 i 17, oraz pocisku balistycznego, znacznie przekraczają moc sprężystą lufy 75 mm. wz. 97, dla $Ga = 40$ kg/mm². Ciśnienie zaciskania zaś szrapnela wz. 97 przekracza moc sprężystą lufy na całej długości części wylotowej przewodu, lub tylko częściowo, zależnie wg. jakiej hipotezy obliczamy tę moc. (Wykresy rysunku Nr. 3 uzasadniają, dlaczego nowa lufa strzelana poraz pierwszy szrapnelem, nie odkształca się przy samym wylocie więcej niż 2/100 mm na średnicę przewodu),



Rys. 2.
Ciśnienie zaciskania „Z_{dR}" dla zacisku 0,20 mm.
I. Ciśnienie gazów wybuch. dla ład. norm.
III. Moc sprężysta dla $Ga = 40$ kg/mm²

1. „ZdR" dla szrapnela 75 mm wz. 97
2. „ „ granatu 75 mm wz. 15
3. „ZdR" dla granatu 75 mm wz. 17
4. „ „ pocisku balistycznego 75 mm



Rys. 3.
Ciśnienie zaciskania „ZdR" dla zacisku 0,35 mm
I. Ciśnienie gazów wybuch. dla ład. norm.
III. Moc sprężysta dla $Ga = 40$ kg/mm²

1. „ZdR" dla szrapnela 75 mm wz. 97
2. „ „ granatu 75 mm wz 15
3. „ZdR" dla granatu 75 mm wz. 17
4. „ „ pocisku balistycznego 75 mm

Dla zacisku 0,20 mm ciśnienia zaciskania szrapnela i granatów wz. 15 i 17 nie przekraczają mocy sprężystej lufy dla $Ga = 40$ kg/mm^2. Jedynie dla ciśnienia zaciskania pocisku balistycznego okazuje się ta moc niewystarczającą. (Jest to uzasadnienie teoretyczne, wykazujące, dlaczego nowe lufy działowe, strzelane poraz pierwszy pociskami, o tak zwanem miękkiem opaskowaniu, nie wykazują żadnych odkształceń średnicy przewodu).

Nie ulega najmniejszej wątpliwości, że zestawione wyniki obliczeń wpływu pierścienia wiodącego pocisków dla lufy 75 mm wz. 97 spotkają się z wielką nieufnością ze strony opinji fachowców artylerji u nas w kraju i zagranicą.

Dlatego, dla uprzedzenia wypadków, zamiast wdawać się w teoretyczne uzasadnienia, uważam za stosowne wskazać na sposoby, jakiemi można praktycznie udowodnić i sprawdzić wyniki obliczeń teoretycznych, podane w tablicach I, II i III i zestawione w postaci wykresów na rysunkach Nr. 2 i 3.

Istnieją 3 zasadnicze zdania w sprawie wpływu pierścienia wiodącego pocisków na wytrzymałość poprzeczną lufy działowej. Jedni twierdzą, że jeżeli chodzi o pierścienie wiodące, wykonane z czystej elektrolitycznej miedzi, to nie ma mowy o jakimkolwiek wpływie tego pierścienia na lufę działową.

Drudzy dopuszczają w zasadzie wpływ pierścienia wiodącego na przewód lufy, jednak nie uznają wielkości tego wpływu i nie przypisują mu żadnego znaczenia dla wytrzymałości lufy działowej.

Ja zaś twierdzę, że pierścień wiodący, wykonany z czystej elektrolitycznej miedzi, działa na przewód lufy działowej w formie nacisku na ściany przewodu w kierunku promienia tegoż. Ten nacisk, zwany *„ciśnieniem zaciskania pocisku w przewodzie"*, jest zależny od:

1) grubości ścian lufy i pocisku,
2) wymiarów konstrukcyjnych pierścienia wiodącego,
3) jakości opierścienienia pocisków,
4) szybkości wylotowej pocisku.

Ciśnienie zaciskania może być mniejsze, równe, albo kilkakrotnie większe od ciśnienia gazów wybuchowych. Potwierdza to przykład niniejszego artykułu, przytoczony w rozważaniu teoretycznem.

Zachodzi teraz pytanie, czy wywody teoretyczne dadzą się potwierdzić drogą badań praktycznych?

Otóż biorąc pod uwagę, że stan równowagi naprężeń na powierzchni styku pierścienia wiodącego ze ścianą przewodu lufy jest statyczny, możemy twierdzić, że teoretyczne rozważania wpływu pierścienia wiodącego na przewód lufy dadzą się w całości potwierdzić drogą badań i doświadczeń praktycznych. Jest kilka klasycznych sposobów badań, z których każdy z osobna przedstawia dowód i potwierdza teorję o wpływie pierścienia wiodącego na wytrzymałość lufy działowej.

Poniżej podaję cztery sposoby przeprowadzenia dowodów prawdziwości wyników teoretycznych obliczeń, zestawionych n. p. w tablicach Nr. I, II i III.

Dowód I. Do badania należy użyć lufę arm 75 mm wz. 97 wykonaną ze stali o granicy sprężystości $Ga = 40$ kg/mm². Lufa musi posiadać przewód gładki i być zupełnie nowa, czyli taka z której nie oddano jeszcze ani jednego strzału. Z takiej lufy należy oddać koło 2-ch seryj po 10 strzałów. Dla obydwu seryj warunki strzelania (ciężar pocisków i ładunku, rodzaj prochu i t. p.), muszą być ściśle jednakowe. Natomiast jest obojętne, czy ciężar ładunku wszystkich strzałów będzie np. 300 czy 600 gr prochu. Do strzelania należy używać pocisków o możliwie jednakowych wymiarach.

Pierwszą serję 10 strzałów oddaje się pociskami z tak zwanemi „miękkiemi pierścieniami wiodącemi", drugą serję oddajemy pociskami z „twardemi pierścieniami wiodącemi" tak, że jedyną różnicą między pierwszą a drugą serją strzałów są różne właściwości mechaniczne pierścieni wiodących.

Przed oddaniem pierwszej serji strzałów, oraz po oddaniu każdej serji należy mierzyć średnice przewodu lufy.

Jeżeli jako pociski wybierzemy granaty wz. 17, to na podstawie pomiarów przewodu stwierdzimy, że naskutek oddania pierwszej serji strzałów średnica przewodu nie uległa odkształceniom trwałym powyżej 2/100 mm. Ewentualne odkształcenia do 2/100 mm zjawiają się przy samym wylocie lufy, w odległości 200 mm od wylotu do samego wylotu.

Po oddaniu drugiej serji strzałów granatami z „twardemi pierścieniami wiodącemi" pomiar przewodu lufy wykaże nam znaczne odkształcenia, dochodzące do $^{7}/_{100}$ i nawet $^{10}/_{100}$ mm przy wylocie

Również pożądane jest odnalezienie granatów wystrzelanych i wykonanie pomiarów średnic karbów na pierścieniach wiodących, jeżeli na skutek uderzenia o piasek, nie zostały one zanadto zniszczone. (Dlatego strzelać należy raczej ładunkiem 300 gr niż 600 gr prochu).

Dla granatów z pierwszej serji strzałów zacisk będzie najwyżej 0,20 mm, dla granatów zaś z drugiej serji będzie można na podstawie pomiarów średnic pierścienia, dokonanych po wystrzale, stwierdzić zacisk conajmniej 0,30 mm, który może dochodzić do wartości 0,40 mm.

Dowód II. Do badania należy użyć takiej samej lufy, jak poprzednio i oddać z niej trzy serje po 20 strzałów.

Również i tym razem warunki strzelania dla wszystkich strzałów muszą być możliwie jednakowe.

Dla pierwszej serji wybierzemy jako pocisk szrapnel wz. 97, dla drugiej serji granat wz. 15, dla trzeciej — wz. 17.

Własności mechaniczne pierścieni wiodących wszystkich trzech wzorów pocisków muszą być jednakowe, jak również i średnice tychże.

Pomiary przewodu należy wykonać przed oddaniem, oraz po oddaniu 10-go i 20-go strzału z każdej serji.

Jeżeli własności mechaniczne pierścieni wiodących będą takie, że zaciski, mierzone po wystrzale, wykażą dla szrapneli wz. 97, oraz granatów wz. 15 i 17 wartości średnie od 0,30 do 0,40 mm, to na podstawie pomiarów przewodu stwierdzimy, że:

1) po 10-tym strzale pierwszej serji przewód lufy przy samym wylocie doznał odkształcenia trwałego, dochodzącego do $^{3}/_{100}$ mm na średnicę, jednak po 20-tym strzale szrapnelem nie będzie się dalej odkształcał.

2) po 10-tym strzale drugiej serji przewód lufy doznaje naskutek strzelania granatem wz. 15 dalszych odkształceń na znacznie większej jego długości, niż to zachodziło dla szrapneli, jednak następne 10 strzałów granatami wz. 15 nie powoduje dalszych odkształceń średnicy przewodu.

3) po 10-tym strzale granatami wz. 17 przewód lufy doznaje ponownie dalszych odkształceń, w formie zwiększenia się średnicy, jednak następne 10 strzałów wykażą ponowną stabilizację średnicy przewodu lufy.

Jeżeli to doświadczenie przeprowadzimy strzelając słabym ładunkiem prochu, celem zmniejszenia do minimum wpływu działania gazów wybuchowych, będzie ono niezaprzeczalnym dowodem, że każdy z trzech wzorów pocisków inaczej wpływa na wytrzymałość poprzeczną lufy. Ponieważ odkształcenia przewodu nie można przypisać działaniu gazów prochowych (z powodu słabych ładunków), więc musimy przyjąć, że są one skutkiem ciśnienia zaciskania pierścienia wiodącego pocisków.

Z samego doświadczenia wynika, że na wytrzymałość poprzeczną lufy 75 mm wz. 97, najmniej działa szrapnel, najwięcej zaś działa granat wz. 17.

Potwierdza to częściowo wartości zestawione w tablicach Nr. II i III, ponieważ z tych tablic wynika, że ciśnienie zaciskania szrapnela, wz. 97, jest mniejsze od ciśnienia zaciskania granatu wzór 15, ciśnienie zaś zaciskania granatu wz. 17 jest ze swej strony większe od ciśnienia zaciskania granatu wz. 15.

Całe doświadczenie można uzupełnić, oddając ładunkiem normalnym po 2-ej serji strzałów granatami wz. 15, kilkadziesiąt strzałów szrapnelami wz. 97. Po stwierdzeniu, że przewód lufy posiada tę samą średnicę, jak po 20-tym strzale drugiej serji, należy oddać ładunkiem słabym 3-cią serję strzałów granatami wz. 17.

Wynik doświadczenia będzie ten sam, co wyżej opisany, z tą różnicą, że będziemy całkiem pewni, iż lufa przed odkształceniem jej przewodu przez ciśnienie zaciskania granatu wz. 17 wytrzymała bez odkształcenia ciśnienie gazów ładunku normalnego.

Dowód III. Do badania należy użyć zupełnie nowej lufy, wykonanej ze stali o bardzo wysokiej granicy sprężystości, celem uniknięcia wszelkich odkształceń trwałych podczas doświadczenia.

Z takiej lufy należy wystrzelać słabym ładunkiem serję szrapneli wz. 97, granatów wz. 15 oraz 17 tak, aby jaknajmniej uszkodziś pierścienie wiodące naskutek uderzenia pocisków w piasek.

Z pośród wystrzelanych pocisków wybierzemy po jednym szrapnelu, granacie wz. 15 i granacie wz. 17, takie jednostki, które wykazały jednakowy zacisk η_p, oraz jaknajmniej uszkodzony pierścień wiodący. (Pierścienie wiodące lekko uszkodzone należy dokładnie oczyszczać).

Po skończonem strzelaniu należy ogrzać część wylotową lufy do temperatury najwyżej 400^0 C i włożyć do rozszerzonego, naskutek ogrzania, przewodu najpierw szrapnel wystrzelony z tej lufy.

Po ostudzeniu lufy mierzymy jej zewnętrzną średnicę dla przekroju poprzecznego, który bezpośrednio naciska na pierścień wiodący pocisku włożonego do przewodu lufy.

Różnica między pomiarem zewnętrznej średnicy lufy przed nagrzaniem i po włożeniu szrapnela do przewodu, oraz ostudzeniu lufy, będzie odkszałceniem sprężystem tej średnicy naskutek zacisku η_P, szrapnela.

Znając odkształcenie sprężyste średnicy zewnętrznej danego przekroju poprzecznego lufy, możemy dokładnie obliczyć ciśnienie. które powoduje to odkształcenie.

Ten sam proces należy powtarzać dla wybranych granatów wz. 15 i 17.

Jeżeli np. doświadczenie to przeprowadzimy dla zacisku 0,20 mm, to dokładność wyników, potwierdzająca zestawienie liczb tablicy II, zależna jest od staranności, z jaką przeprowadzono badania.

Dowód IV. Najklasyczniejszym sposobem sprawdzania obliczeń teoretycznych ciśnienia „Z_{dR}" pierścienia wiodącego jest następujące doświadczenie:

Z nowej lufy, wykonanej ze stali o znanej granicy sprężystości, należy wystrzelać serję pocisków tego samego wzoru i w taki sposób, aby stopniowo, począwszy od zacisku zero, uzyskiwać coraz większe zaciski.

Po każdym strzale należy mierzyć średnice przewodu, oraz zewnętrzne średnice lufy dla określonych przekrojów poprzecznych.

Pociski należy tak dobierać, aby wzrost zacisku dla poszczególnego strzału nie był większy od 2/100 m.

Wzrost zacisku od zera do pewnej wielkości nie będzie powodował żadnych zmian średnicy przewodu. Począwszy jednak od tej wielkości zacisku zauważymy lekkie odkształcenia średnicy przewodu lufy, które to odkształcenia wzrastają wraz z dalszym wzrostem zacisku.

Jeżeli lufa 75 mm wz. 97 jest wykonana ze stali o Ga — 40 kg/mm^2, a strzelanie przeprowadzamy granatem wz. 17, to krytyczna wielkość zacisku „η_P", powodująca pierwsze odkształcenie przewodu lufy w przekroju poprzecznym „C" [1]) będzie 0,23 mm $\pm$ $\pm$ 0,03 mm.

---

[1]) Patrz rysunek Nr. 1.

Pomiary zewnętrznej średnicy lufy, wykonane precyzyjnym mikromierzem, służą w tym wypadku za dodatkową kontrolę, ponieważ wzrost średnicy wewnętrznej przewodu pociąga za sobą, według znanych praw, również wzrost zewnętrznej średnicy lufy.

Jeżeli całe doświadczenie i badania przeprowadza się w umiejętny i staranny sposób, to wyniki uzyskane potwierdzają obliczenia teoretyczne.

ZAKOŃCZENIE.

Nasze twierdzenie, że przewód najlepszej nowej lufy działowej może ulec odkształceniom trwałym kilku setnych mm. na średnicy przewodu naskutek wpływu pierścienia wiodącego, wykonanego z czystej elektrolitycznej miedzi, brzmiało zawsze mało prawdopodobnie i nielogicznie. Trudno bowiem wierzyć, ażeby miedź „plastyczna" i „miękka" potrafiła odkształcić lufę działową wykonaną ze stali „twardej".

Jednak tak jest w rzeczywistości, ponieważ miedź w ruchu dynamicznym pierścienia wiodącego nie posiada tych samych własności mechanicznych, co ta sama miedź w warunkach statycznych.

Przy tej „zmianie własności" grają decydującą rolę: przyśpieszenie ruchu postępowego pocisku oraz jego czas przelotu przez przewód lufy.

Prócz tego na „zmianę własności" wpływają również i wymiary konstrukcyjne lufy i pocisku, jak również i sposób nałożenia pierścienia wiodącego na pocisk.

Ruch dynamiczny pocisku wpływa na wielkość zacisku η i, jeżeli przyjmujemy dla obliczenia ciśnienia zaciskania pewien zacisk η_p, to jesteśmy pewni, że na przewód lufy wpływało obliczone ciśnienie zaciskania, gdy po wystrzale, mierząc średnice pierścienia wiodącego pocisku, stwierdzimy, że ten zacisk faktycznie istnieje.

Samo zagadnienie wpływu pierścienia wiodącego pocisku na wytrzymałość poprzeczną lufy działowej ma ogromne znaczenie dla artylerji, bo wyjaśnia cały szereg zagadnień, które dotychczas uzasadniano drogą różnych hipotez, lub też niesłusznie przypisywano innym zjawiskom.

Wystarczy wspomnieć tylko:

1-o powodzie zużycia, albo odkształcenia się wylotów luf działowych,

2-o nierównomiernem zużyciu się luf działowych tego samego wzoru i tej samej jakości,

3-o powodzie większego zużycia się luf działowych wzoru 97 na skutek strzelania granatami wz. 17,

4-o wybuchach pocisków w przewodzie lufy (niektóre wypadki),

5-o „samowzmocnieniu balistycznem", mylnie przypisanem działaniu gazów wybuchowych.

Szczególnie tak zwane „samowzmocnienie balistyczne" bynajmniej nie jest spowodowane ciśnieniem gazów wybuchowych, lecz tylko ciśnieniem zaciskania pierścienia wiodącego pocisków.

Przeprowadzona obserwacja i badanie skutków pierwszych strzałów na sto kilkadziesiąt nowych luf działowych, różnych wzorów i kalibrów, wykazały, że w żadnym wypadku powiększenie średnicy przewodu o kilka setnych mm nie zostało spowodowane ciśnieniem gazów wybuchowych, lecz tylko naskutek zbyt wielkiego „zacisku" pocisku w przewodzie lufy.

Nowa lufa działowa wz. 97 może oddać ładunkiem normalnym np. 100 strzałów szrapnelem wz. 97 i jej przewód nie będzie wykazywał ani 25% tego „zużycia" albo „samowzmocnienia balistycznego", jakie spowodują następnie oddane kilka strzałów ładunkiem n. p. półnormalnym, granatami wz. 17 o odpowiedniem opierścienieniu.

Wynika z tego, że albo lufa działowa jest źle skonstruowana, lub też pociski wydano dla niej bez uwzględnienia jej mocy sprężystej. Dwuletnie badania zdają się potwierdzać, że konstruktorzy dział i pocisków nie znali, a tem samem nie mogli uwzględniać wielkości wpływu pierścienia wiodącego pocisku na wytrzymałość poprzeczną lufy działowej. Jaskrawym dowodem tego pozostaje 75-ka wz. 97 wraz ze skonstruowanemi dla niej różnych wzorów pociskami.

Jednak w znacznej mierze, tak u nas, jak i zagranicą, winę różnorodności wpływu pierścienia wiodącego pocisków na przewód lufy działowej ponoszą warunki techniczne wyrobu pocisków. Tem należy tłumaczyć, że pociski z różnych wytwórni pod względem zdolności zaciskania nie są sobie równe, jak również fakt, że podczas ostatniej wojny światowej niektóre lufy działowe, mimo dobrej jakości, katastrofalnie szybko traciły na szybkości wylotowej.

623.536

Inż. KRAUZE LEONARD.

O PRZEPALANIU LUF DZIAŁOWYCH.

(WEDŁUG REFERATU R. H. GREAVESA, H. H. ABRAMA I S. H. REESA ZE ZBROJOWNI W WOOLWICH).

I. BADANIE PRZEPALONYCH LUF.

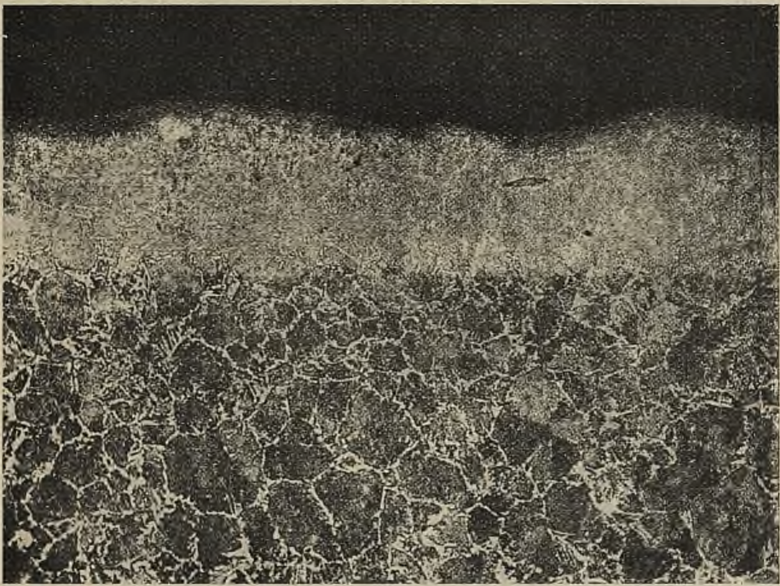
Zasadniczemi cechami luf przepalonych przy strzelaniu nowoczesnym prochem bezdymnym są:

1) bardzo twarda, lecz cienka powłoka wewnętrzna,
2) siatka popękań powierzchniowych głębokości kilku dziesiątych mm.

Twarda powłoka rozpoczyna się już u wylotu lufy i grubość jej rośnie w miarę zbliżania się do komory nabojowej i nawet wzdłuż komory nabojowej. Powłoka ta wszędzie okazuje się grubszą od strony prowadzącej krawędzi pola gwintu. Grubość tej powłoki jest tem większa, im większy kaliber lufy, a więc:

przy	kalibrze	16″	(400 mm)	wynosi:	0,4	mm	przy początku gwintów		
					0,15	„	przy wylocie lufy.		
„	„	15″	(375 „)	„	0,3	„	„	„	„
					0,10	„	„	„	„
„	„	12″	(300 „)	„	0,2	„	„	„	„
					0,075	„	„	„	„
„	„	6″	(150 „)	„	0,10	„	„	„	„
					0,025	„	„	„	„
„	„	3,3″	(82,5 „)	„	0,06	„	„	„	„
					ślady				
„	„	0,303″	(7,57 „)	„	0,02	„	„	„	„
					ślady				

Budowa mikroskopowa tej warstwy jest wyraźnie martenzytyczna, jak wykazują zdjęcia przy 100 i 1000-krotnem powiększeniu (rys. 1 i 2).

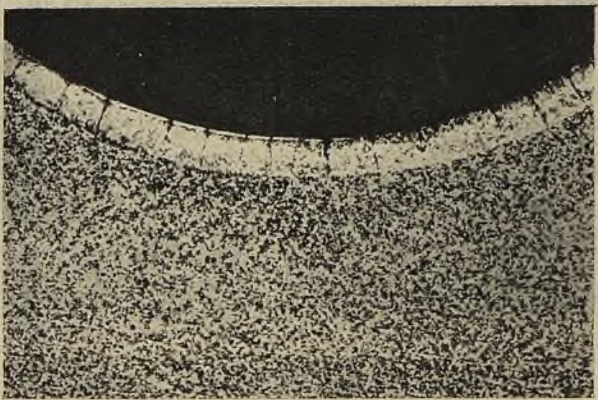


Rys. 1. (Pow. 100 ×)

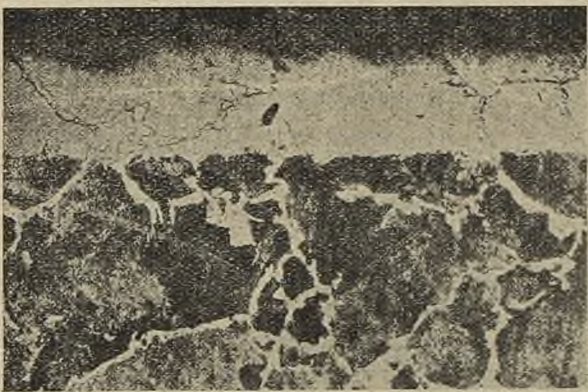


Rys. 2. (Pow. 1000 ×)

Podobną zahartowaną warstwę stwierdzono również np. na wewnętrznej powierzchni tłoczków kreszerowych (rys. 3), lub na denku pocisku po strzale (rys. 4). Obecność i grubość tej warstwy zależy nietylko od czasu zetknięcia gazów z powierzchnią stali, lecz również od szybkości strumienia gazowego; — tym sposobem obecność takiej warstwy utwardzonej jest wskazówką działania gazów, aczkolwiek nieobecność nie dowodzi przeciwnego. Podobną warstwę stwierdzono i w innych wypadkach — bez współdziałania gazów—tam, gdzie zachodzi silne tarcie na sucho, np. na szynach kolejowych, na kulkach łożyskowych i t. p. Oczywiście, grubość utwardzonej warstwy na krawędziach prowadzących wzmaga się dzięki dodatkowemu ciepłu tarcia w tych miejscach.



Rys. 3. (Pow. 10 ×)



Rys. 4. (Pow. 100 ×)

Tworzenie się tej warstwy najlepiej wyjaśnić można gwałtownem i krótkotrwałem ogrzewaniem powierzchni stali do temp. powyżej krytycznej i szybkiem studzeniem, dzięki odprowadzaniu ciepła przez duże masy metalu. Potwierdzeniem tego może być eksperyment z kawałkiem stali o 0,8% C, umieszczonym w komorze 15″ działa w czasie strzelania. Po szeregu wystrzałów stwierdzono tworzenie się coraz grubszej (do pewnej granicy) warstwy gruboziarnistego martenzytu przy równoczesnym wzroście twardości Brinella z 209° do 547° (rys. 5).



Rys. 5. (Pow. 1000 ×)

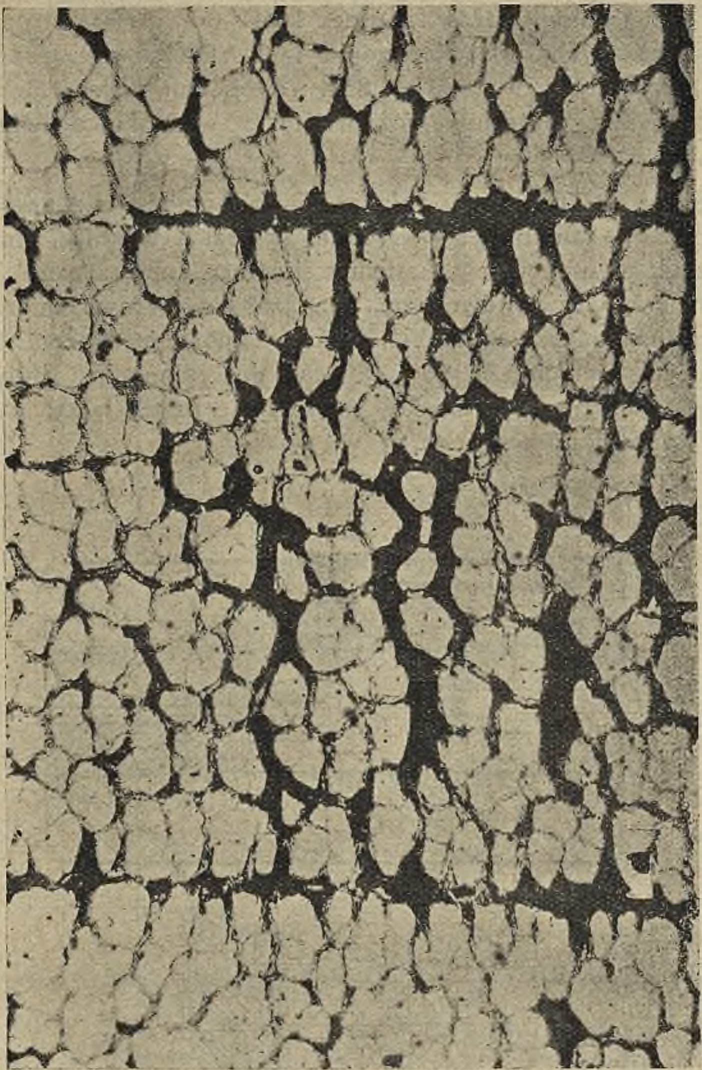
Drugą cechą przepalonej lufy jest siatka szczelin i pęknięć. Siatka ta w komorze jest mniej więcej jednostajna, w części gwintowanej szczeliny stają się bardziej podłużne na brózdach (rys. 6) i poprzeczne na polach (rys. 7); najgłębszą jest wzdłuż krawędzi prowadzącej pola. Przez trawienie próbek w 20% kwasie siarkowym przy 80° C, szczeliny te uwypuklają się, dając wyraźniejszy obraz siatki. Siatka ta wywołana jest oczywiście szybkiemi zmianami objętościowemi przez ogrzewanie i nagłe studzenie, zwłaszcza utwardzonego materjału.

Takie skutki działania gazów wybuchowych niszczą stopniowo lufę, gdyż materjał zostaje wycierany, przekrój lufy rośnie, kąt zaś nachylenia stożka przejściowego maleje, co pociąga za sobą stopniowe zmniejszenie celności lufy i wreszcie niezdatność działa. Proces ten przyśpiesza obserwowane nieraz, zwłaszcza przy niezbyt starannie wykonanej

komorze nabojowej dział o dużem ciśnieniu, a stale przy broni małokalibrowej, *szlakowanie* lufy. Szlakowanie to zaznacza się najwyraźniej w odległości kilku cali za początkiem gwintu; raz na samych gwintach, innym razem na polach. Tworzenie się tych miejsc wywołane jest, zdaje się, działaniem gazów tuż za pociskiem w pierwszych jego ruchach i przy rosnącej ilości tych gazów w pierwszych momentach.



Rys. 6. (Pow. 50 ×)



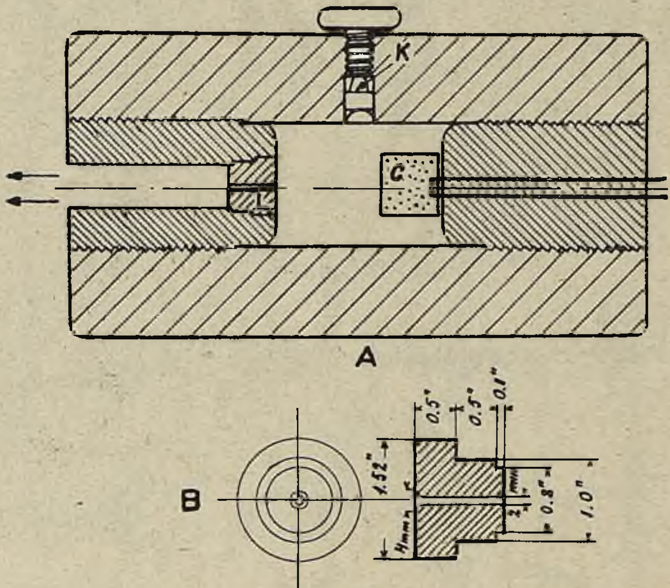
Rys. 7. (Pow. 50 ×)

II. DOŚWIADCZENIA Z WYPALANIEM LEJKÓW.

Celem zdecydowania kwestji, w jakim stopniu przepalanie luf związane jest z działaniem gazów wybuchowych i jak w stosunku do tego zjawiska odnoszą się różne typy stali, — przeprowadzono

systematyczne próby mierzenia strat na ciężarze lejków, wykonanych z różnych materjałów, a przez które przepływał strumień gazów wybuchowych. Doświadczenia tego rodzaju były zapoczątkowane przez Noble'a w 1882 — 85 r., a obecnie zakres ich został rozszerzony na materjały różnorodne i warunki doświadczenia różnorakie.

Aparat do tego celu składał się z komory o znanej pojemności (rys. 8), zamkniętej wkręconą zatyczką, w której umocowywano lejek; w przeciwległej stronie komory umieszczano ładunek zapalany prądem elektrycznym, a aparat kreszerowy mierzył wytworzone w komorze ciśnienie. Takich komór sporządzono 3 o różnych pojemnościach: 27, 66 i 180 cali sześciennych. Wytwarzane w czasie wybuchu gazy musiały przepływać przez lejek, który był ważony przed i po wybuchu.



Rys. 8.
K — kreszer, *L* — lejek, *C* — ładunek kordytu.

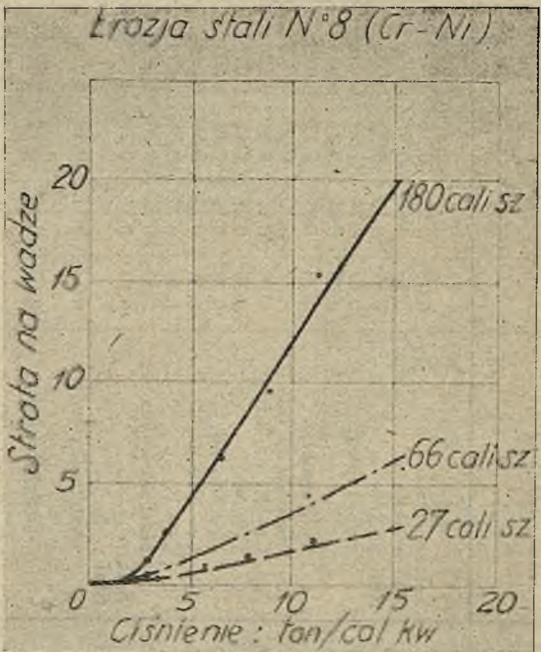
Lejek był sporządzony z 20 rodzajów materjałów, według załączonej tablicy (tabl. I.).

Tablica I.

Własności materjałów, użytych do prób z lejkami.

Nr. porz.	MATERJAŁ	Skład chemiczny								Stan	Cechy mechan.			Spółcz. wy-palania E
		C	Si	Mn	S	P	Ni	Cr	inne		Bri-nell	Q T/cal^2	R T/cal^2	
1	Żelazo Armco	0,03	0,01	0,02	0,002	0,013	—	—	—	walcow.	109	12	21	< 4
2	Stal miękka	0,16	0,05	0,51	0,076	0,070	—	—	—	"	111	13	26	> 4
3	Stal na lufy	0,42	0,13	0,80	0,036	0,037	—	—	—	hart. w oleju	179	24	40	4,5
4	" manganowa . . .	0,39	0,11	1,12	0,03	0,025	—	—	—	"	183	25	39	4,5
5	" " . . .	0,36	0,09	2,24	0,027	0,025	—	—	—	"	239	40	50	4,5
6	" wolframowa . . .	0,30	0,09	0,17	0,045	0,027	—	—	W 1,72	"	179	27	37	"
7	" niklowa na lufy . .	0,32	0,13	0,66	0,026	0,023	3,63	0,05	—	"	198	30	43	"
8	" Cr—Ni na lufy . .	0,29	0,12	0,56	0,023	0,030	3,67	0,62	—	"	234	37	49	"
9	" Cr—Ni	0,25	0,26	0,45	0,015	0,010	3,39	0,75	—	z	230	38	48	"
10	" Cr—Ni—Mo . . .	0,28	0,15	0,48	0,032	0,028	2,45	0,65	Mo 0,43	"	259	47	56	"
11	" Cr—Ni—V . . .	0,28	0,23	0,37	0,032	0,024	3,36	0,90	V 0,25	"	245	43	51	"
12	" Cr—V	0,36	0,12	0,21	0,037	0,022	—	1,2	V 0,38	"	306	54	64	"
13	" nierdzewiejąca . .	0,43	0,13	0,20	0,080	0,024	0,20	12,37	—	"	255	42	54	9,0
14	Żelazo " . .	0,13	0,15	0,21	0,045	0,040	0,20	12,40	—	walcow.	202	30	41	9,0
15	Stal " . . wysoko-chromowa .	0,23	0,11	0,15	0,034	0,035	2,04	17,9	—	"	296	47	62	10,0
16	" " " austenityczna . .	0,15	0,16	0,11	0,005	0,018	7,8	19,8	—	"	171	13	54	11,0
17	" " " austenityczna . .	0,37	0,11	1,30	0,02	0,03	35,6	11,0	—	"	216	17	42	10,5
18	" austenityczna nikl.	0,02	0,13	0,30	0,01	0,01	34,7	0,26	—	"	175	35	39	7,0
19	" " "	0,11	0,11	0,37	0,025	0,013	36,7	0,005	—	"	217	36	46	7,0
20	Nikiel czysty									"	172			6,5
21	Monel	70% Ni; 28% Cu; reszta Fe i Mn.								"	172			13,5
22	Miedź elektrolityczna. .									"	60			15,0
23	Mosiądz	70% Cu; 30% Zn.								"	118			23,0

Ogólny charakter krzywych zależności straty na wadze od ciśnienia ilustruje wykres 1 dla stali chromoniklowej hartowanej w oleju i odpuszczonej. W danych warunkach doświadczenia przy ciśnieniu poniżej 2 ton/cal^2 strata na wadze była znikoma, poczem szybko rosła prawie proporcjonalnie do wzrostu ciśnienia. Charakter krzywych jest jednakowy dla wszystkich badanych materjałów: do 2 tonn zmian prawie niema, powyżej krzywa wykazuje większe lub mniejsze nachylenie, zależnie od zmiany warunków doświadczenia, a mianowicie: 1) rodzaju materjału, 2) rodzaju mat. wybuchowego, 3) pojemności naczynia, 4) przekroju lejka. Jeżeli oznaczymy przez W stratę na wadze przy ciśnieniu P i p ciśnienie w punkcie nachylenia krzywej, t. zn., poniżej którego straty na wadze są znikome, wówczas kąt nachylenia tej krzywej wyrazi się stosunkiem $\frac{W}{P-p}$; wartość ta okazuje się mniej więcej stałą dla każdego materjału i może być uważana za spółczynnik przepalania erozji E, jednakowy (przy zachowaniu innych warunków jednakowych), dla każdego materjału.



Wykres 1.

Przy powtarzaniu doświadczenia otrzymuje się wyniki różniące się o 10% i nawet więcej, zależnie od przyczyn, nie zawsze dających się stwierdzić — np. przy różnych partjach tego samego materjału wybuchowego; jeśli jednak ograniczyć dokładność spółczynnika *E* do 0,5 jednostek, to i wówczas jednak liczby otrzymane są bardzo charakterystyczne dla różnych materjałów, jak to wykazuje tablica II i wykresy 2, 3 i 4.

Wpływ pojemności naczynia na stratę w ciężarze wykazuje wykres 5 i tablica III.

Tablica II.

Pojemność naczynia 66 cal.^{3} ∅ lejka 2 mm.

Cordit MD $2^1/_4$ (partje B).

Ładunek granów	Armco Nr. 1		Stal Nr. 4		Stal Nr. 5		Stal Nr. 6		Stal Nr. 3	
	ciśn. T/cal^2	strata gr.	T/cal^2	gr.	T/cal^2	gr.	T/cal^2	gr.	T/cal^2	gr.
3100	15,5	5,14	15,4	6,59	15,5	5,97	15,5	6,22	14,7	5,95
2500	11,4	4,00	11,3	4,24	11,3	4,29	11,4	4,64	11,7	4,14
2000	9,0	2,41	8,9	2,82	8,9	3,33	9,0	2,61	9,0	3,62
1500	6,8	1,45	6,8	1,83	6,8	1,80	6,9	2,16	6,8	2,06
1000	4,1	0,86	4,2	1,07	4,1	0,94	4,2	0,88	4,0	0,46
500	1,9	0,02	1,8	0 06	1,9	0,09	1,9	0,06	1,7	0,022
3×500	2,0	0,01	1,9	0,12	1,9	0.08	1,9	0,10	—	—
	E = 3,8		E = 4,6		E = 4,6		E = 4,6		E = 4,7	

Ładunek granów	Stal Nr. 7		Stal Nr. 8		Stal Nr. 10		Stal Nr. 17		Stal Nr. 12	
	T/cal^2	gr.	T/cal^2	gr.	T/cal^2	gr.	T/cal^2	gr.	T/cal^2	gr.
3100	14,2	5,60	15,3	5,72	15,02	5,50	15,1	5,92	14,4	5,23
2500	11,5	4,23	10,9	4,38	10,9	4,39	11,6	4,97	11,3	4,23
2000	9,0	3,27	8,9	2,92	8,8	3,03	9,0	3,40	8,8	2,92
1500	6,7	2,10	6,5	1,49	6,7	1,96	6,8	2,21	6,2	1,60
1000	4,1	0,56	3,9	0,58	4,3	0,62	4,0	1,16	3,8	1,08
500	1,7	0,02	1,3	0,05	1,7	0,02	1,6	0,01	1,7	0,01
3×500	1,8	0,05	1,5	0,02	1,7	0,02	1,6	0,03	1,7	0,10
	E = 4,7		E = 4,5		E = 4,4		E = 4,7		E = 4,3	

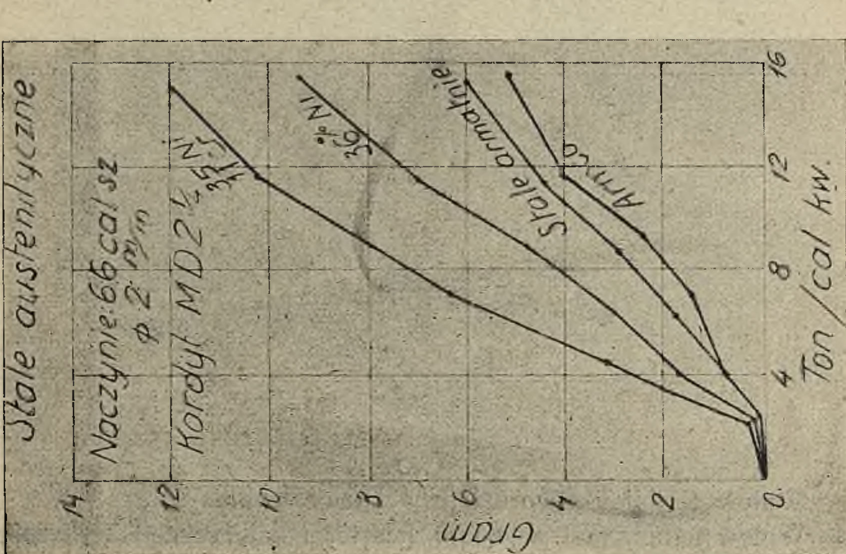
Ładunek granów	Stal Nr. 14		Stal Nr. 13		Stal Nr. 15		Stal Nr. 16		Stal Nr. 17	
	T/cal²	gr.	T/cal²	gr.	T/cal²	gr.	T/cal²	gr.	T/cal²	gr.
3100	15,3	10.48	14.5	10,02	15,0	11,55	14,7	12,88	15,4	12,16
2500	11,8	9,07	11,5	8 69	11,7	10,61	11,7	10,85	11,7	10,35
2000	9,3	7,96	9,0	6,86	9,3	7,90	9,3	9,84	—	—
1500	7,1	6,04	7,0	5,41	7,1	6,39	7,1	6,55	7,1	6,21
1000	4,2	3,62	4,0	1,76	4.3	1,92	4,2	1,99	4,3	3,01
500	2,0	6,14	1,7	0,02	2,0	0,19	2,0	0,08	2,0	0,33
3×500	2,0	0,37	—	—	2,0	0,25	2,0	0,32	2,0	0,65
	E = 9,2		E = 9,0		E = 10,0		E = 11,0		E = 10.2	

Ładunek granów	Stal Nr. 18		Stal Nr. 19		Nikiel Nr. 20		Miedź Nr. 32		Mosiądz Nr. 23	
	T/cal²	gr.	T/cal²	gr.	T/cal²	gr.	T/cal²	gr.	T/cal²	gr.
3100	15,4	9,37	15,4	9,34	15,4	8,16				
2500	11,1	6,62	11,3	6,90	11,4	5,92				
2000	8,9	4,94	8,9	4,76	9,0	4,31	8,7	8,11	8,9	14,57
1500	6,3	2,82	6,3	2,98	7,0	2,57	—	—	—	—
1000	3,8	2,04	3,9	1,68	4,1	0,63	3,9	1,14	3,9	7,68
500	1,3	0,03	1,5	0,14	1,9	0,004	1,8	0,38	1,8	0,37
3×500	1,6	0,12	1,6	0,36	2,0	0,02				
	E = 7,1		E = 7,2		E = 6,6		E = 15,0		E = 23,0	

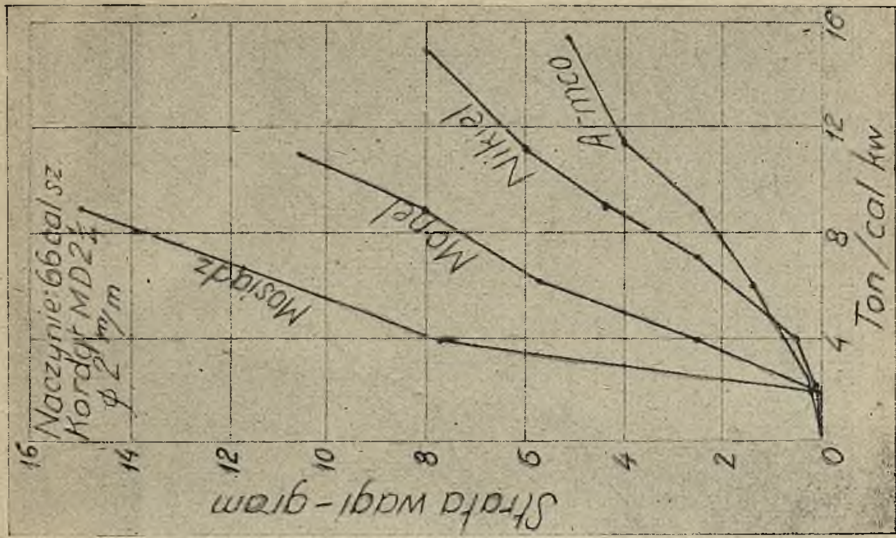
Tablica III.

Wpływ pojemności naczynia na wypalanie lejków.

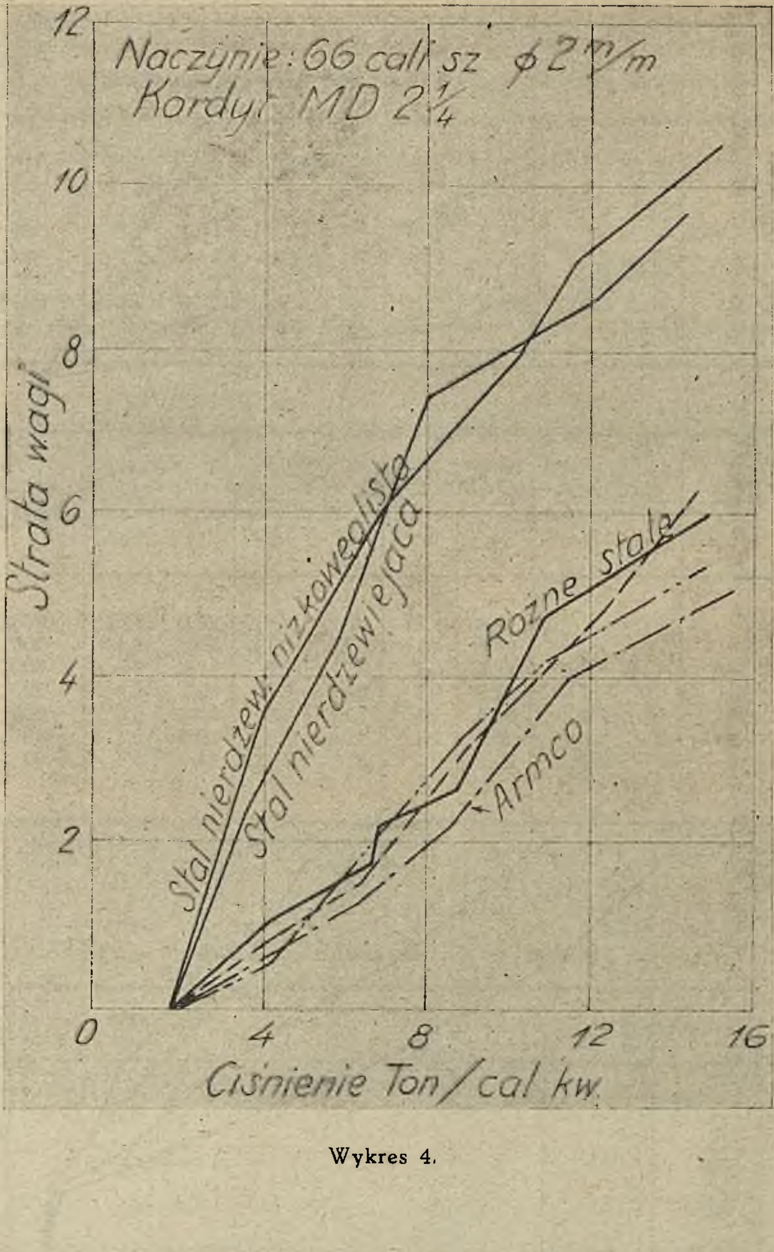
Pojemność naczynia:	27 cal³	66 cal³	180 cal³
Wypalanie E:			
dla stali Cr — Ni	2,1	4.5	15,0
dla stali Cr—Ni—Mo . . .	2,1	4,5	13,0
dla miękkiej stali	1,7	4,0	12,5
Pojemność względna naczynia . .	2,0	4,9	13,3



Wykres 2.



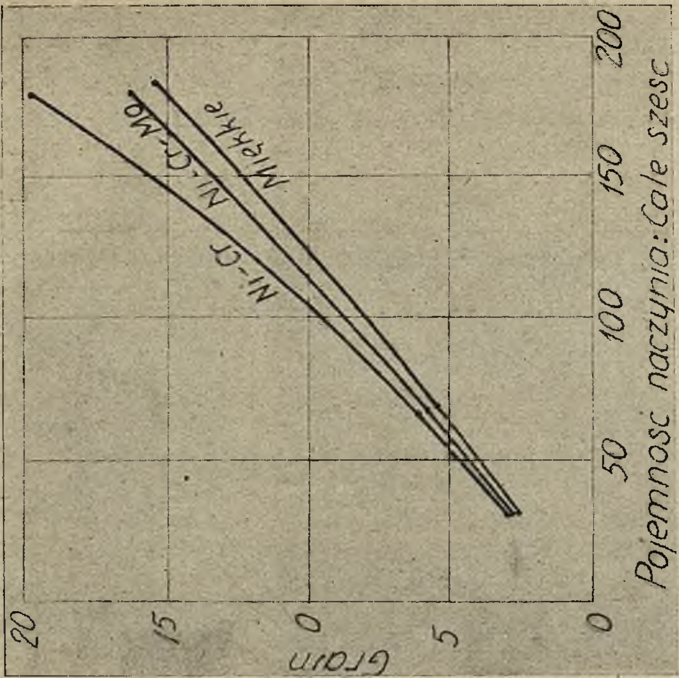
Wykres 3.



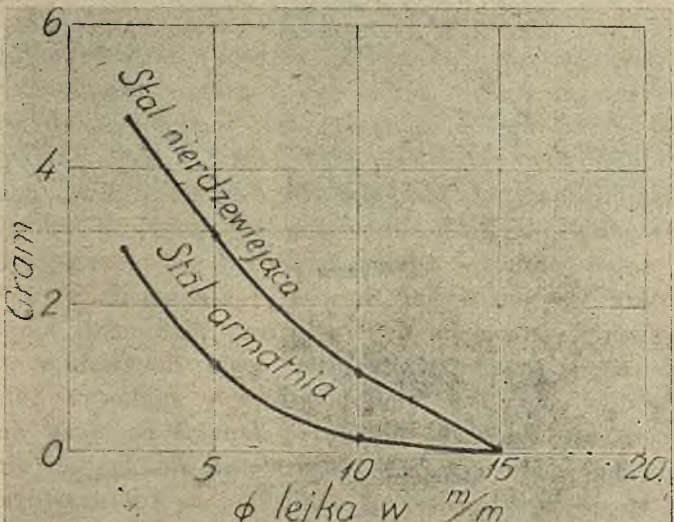
Wykres 4.

Wpływ średnicy otworu leja wykazuje wykres 6.

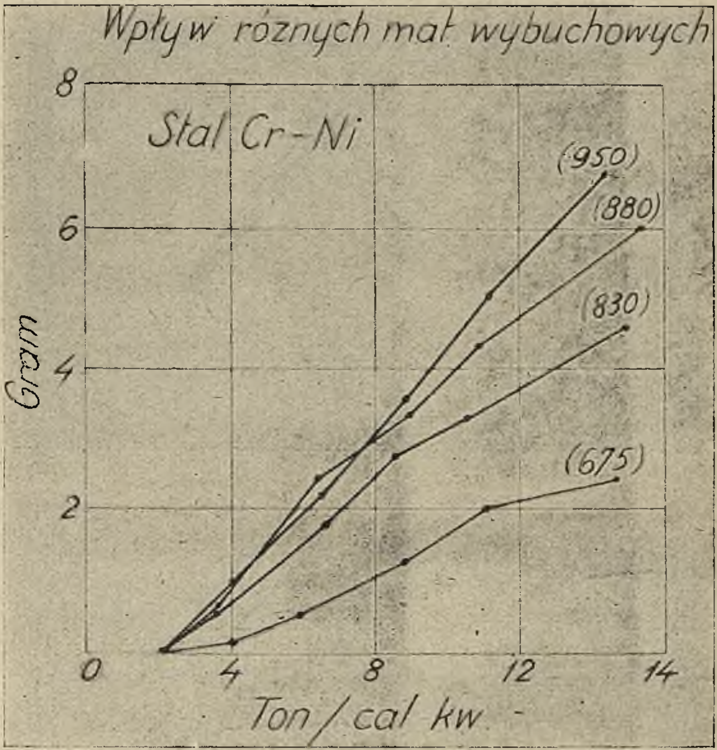
Wpływ natury mat. wybuch. (wartości kalorycznej) wykazują wykresy 7 i 8.



Wykres 5.

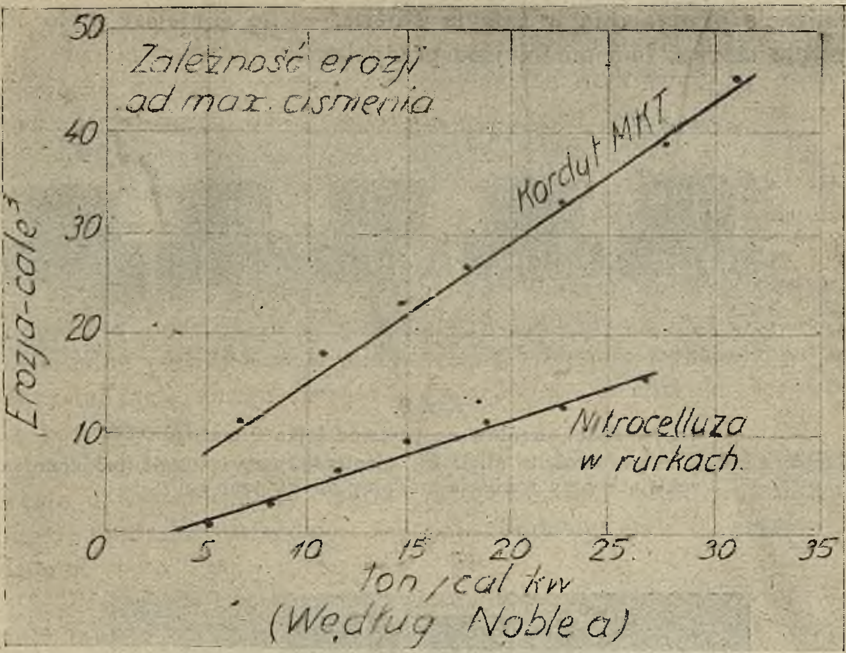


Wykres 6.



Wpływ różnych mat. wybuchowych
Stal Cr-Ni
(950)
(880)
(830)
(675)
Gram
8
6
4
2
0
4
8
12
14
Ton / cal kw.

Wykres 7.



Wykres 8.

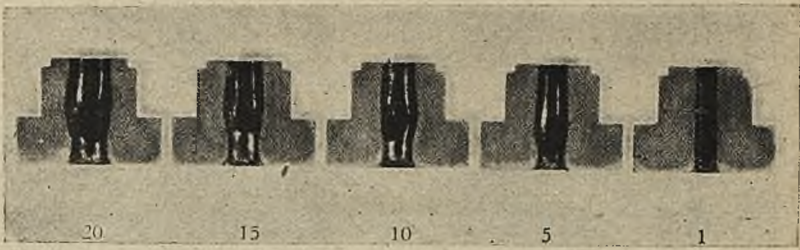
a. Badanie przewodów lejków.

Lejki przecinano wzdłuż osi i badano przewód. Gazy wybuchowe o wielkiem ciśnieniu przepalają przedewszystkiem otwór wejściowy, dalej idzie pas słabego przepalania, a potem bardzo silnego wypalania (rys. 9 i 10). Zachodzi tu prawdopodobnie zjawisko analogiczne z działaniem strumienia wody, wypływającego z dużego zbiornika do wąskiego przewodu: następuje zderzenie strumienia wciskającego się z różnych miejsc obwodu, przez co powstaje zwężenie strumienia — a więc, jak w danym razie, osłabienie działania strumienia gazów w tych miejscach ścianek przewodu. Przy mniejszych nieco ciśnieniach tworzą się na ściankach pierścienie, wywołane prawdopodobnie kolejnem odbijaniem się strumienia gazu od ścianek przewodu. Nasuwa się przeto przypuszczenie, że pękanie powierzchni lufy wywołane jest działaniem wirów gazowych tuż za pociskiem, przesuwającym się w lufie.

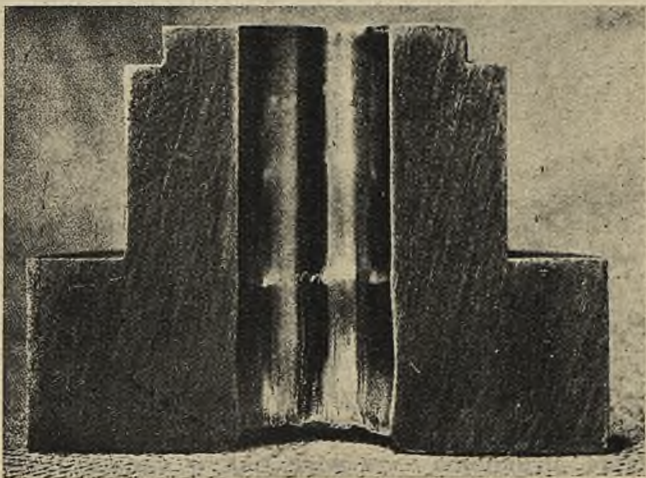
Próby z lejkami o różnych nachyleniach stożka przejściowego, a mianowicie przy średnicach 10 i 5 m/m: 6°, 14°, 27° i 45°, co

odpowiada długości stożka 25, 10, 5 i 2,5 mm, wykazały wyraźną lokalizację przepalania w samym stożku; — im silniejsze było nachylenie stożka, tem mocniejsze przepalanie.

Ilość strzałów



Rys. 9.
Wpływ ilości strzałów na przewód lejka 5 mm ∅.
Ładunek 1,500 gramów kordytu M. D 2¼, ciśnienie przy I strzale 6,3 tonn/cal^2 malejące przy wzroście średnicy do 5,0 tonn/cal^2.



Rys. 10
Lejek ze stali niklowej po 5 wybuchach.

Aczkolwiek nie może być mowy o ilościowem porównywaniu lejka z lufą, jednak lokalizacja pękań i przepalania przy przejściu z komory do początku gwintowanego przewodu jest zbliżona do opisanego przed chwilą zjawiska.

b. Badanie powierzchni przewodów lejków.

Na wszystkich lejkach po wyższych ciśnieniach stwierdzono pęknięcia międzykrystaliczne (również na niklowych, z monelu), oraz na stalowych utwardzenie powierzchni; głębokość utwardzonej warstwy widoczna jest z tabl. IV, skąd widać, że rośnie ona wraz z ciśnieniem aż do pewnego maksimum. Dalsze zmniejszenie spowodowane już jest usuwaniem cząstek z zewnętrznej powierzchni przez strumień gazów.

Stal miękka i żelazo Armco nie wykazują warstwy utwardzonej i mało pęknięć; stal miękka wykazuje plamy przez zbieranie się lokalne perlitu i utwardzanie tegoż. Armco wykazuje wyraźną rekrystalizację ziaren ferrytu — z grubych w rdzeniu na drobne na powierzchni.

Dowodem wytapiania się metalu w lejach były obserwowane często u wylotu naloty metalu, które czasem udało się mikroskopowo zbadać i stwierdzić, że mają budowę stali b. szybko studzonej.

Zestawienie spółczynnika przepalania E z punktem topliwości daje tablica V. Jak z niej widać, temp. topliwości jest zasadniczym czynnikiem odporności materjału na gazy przepalające, zgodnie zresztą z dawniejszemi pracami nad przepalaniem lejka. Oprócz tego jednak musi w grę wchodzić również ciepło topienia, przewodnictwo ciepła w wysokich temp. oraz ciepło właściwe. Np. przewodnictwo cieplne stali nierdzewiejącej wynosi zaledwie połowę tego, co stali węglistej, — powoduje to większy gradjent temperatury i większe wypalanie. Odwrotnie ma się rzecz z wysokiem przewodnictwem ciepła u miedzi, dzięki czemu przepalanie jest mniejsze, niżby wypadało ze znacznie niższej temp. topliwości.

Tablica IV.

Głębokość utwardzonej warstwy na powierzchni przewodu lejków w calach.

Mat. wybuch.	Kordyt MD 21/2			Ładunek E		
Ciśnienie w T/cal²	2	4—11	15	2	4—11	15
Średnia ze zwykłych stali armatnich . .	0,015	0,018	0,015	0,005	0,019	0,016
Stal nierdzewiejąca . .	0,006	0,011	0,009	0,007	0,013	0,010

Tablica V.

Przepalanie i topliwość metali.

MATERJAŁ	Przepalanie E	Tem. topl. C⁰	Różnica topliwości
Żelazo czyste . . .	4,0	1530⁰	0
Stal 0,16% C	4,0	1500	30
Stal 0,4% C	4,5	1475	65
Nikiel	7,0	1452	0
Stal 36% Ni	7,0	1457	10
Stal nierdzewiejąca .	9,0	1490	mała
Stal austenit.	11,0	1450	"
Monel	13,0	1360	40
Miedź	15,0	1084	0
Mosiądz 70/30 . . .	23,0	940	36

Mechanizm przepalania leży tedy zasadniczo w unoszeniu przez gazy wytopionego metalu i wtórnem tworzeniu się utwardzonej powłoki i powierzchniowych pękań. Każdy strzał wywołuje następujący cykl zjawisk: krótki okres nagrzewania aż do stopienia i porwanie cząstek bardzo cienkiej zewnętrznej powłoki; warstwa kolejna w tym czasie nagrzewa się powyżej punktu krytycznego z przeprowadzaniem stali w stan roztworu stałego (austenitu); następuje teraz szybkie ostudzanie przez odprowadzenie ciepła przez wielkie masy metalu i przeprowadzenie austenitu w martenzyt z tej drugiej wierzchniej warstwy, a w troostyt następnej z kolei. Następny strzał powoduje powtórzenie się cyklu, a wierzchnie warstwy zostają kolejno odpuszczane, wytapiane, znów utwardzone i t. p. Stąd też pierwotny stan termiczny powierzchni, jak pokazały próby, jest bez znaczenia dla przepalania. Pękanie jest wywołane zmianami objętościowemi. Na polach gwintów, które posiadają większą sztywność w kierunkach podłużnych, niż poprzecznych, tworzą się szczeliny podłużne; w brózdach sztywność jest jednakowa, przeto tam siatka jest mniej więcej w obu kierunkach jednakowa.

Pęknięcia sięgają głębiej przez wciskanie się w nie pod ciśnieniem gazów — miedzi z pierścieni wiodących, co było również stwierdzone doświadczalnie.

Wszelkie chemiczne działanie gazów jak nawęglanie, azotowanie, utlenianie i t. p., wysuwane przez różnych badaczy, nie zostały potwierdzone przez mikroskop; analiza chemiczna jest tu bez znaczenia, gdyż szczeliny wypełnione są rozmaitemi ciałami z rozkładu materjałów wybuchowych i t. p. i prowadzą do fałszywych wniosków. Na przenikanie węgla lub azotu jest tu stanowczo zbyt mało czasu, tembardziej, że, jak pokazały próby przepalania utwardzonej powierzchni, przyjmuje ona strukturę identyczną z nienaruszonym rdzeniem.

Co do wycierania przez tarcie, to ono odgrywa również poważną rolę i to tem większą, im mniejszy jest kaliber lufy. W grę wchodzi tu kształt i charakter powierzchni pocisku oraz szorstkość powierzchni lufy, wywołana pęknięciami i przepalaniem.

Dla dużych kalibrów ma pierwszorzędne znaczenie ilość ciepła i czas nagrzewania, które rosną z wielkością ładunku, a równocześnie rośnie stosunek ilości ciepła do powierzchni, na które ono działa,—stąd większa grubość utwardzonej powierzchni dział dużego kalibru. Ponieważ zaś, z drugiej strony, nacisk pierścieni wiodących dla wszystkich kalibrów jest mniej więcej jednakowy, przeto można przypuścić, że w dużych kalibrach przepalanie wywołane jest przeważnie wytopieniem metalu, w małych zaś — wycieraniem mechanicznem.

Wnioski: Przepalanie luf dział dużego kalibru prawie całkowicie wywołane jest unoszeniem przez gazy wytopionego metalu; strata metalu zależy od: 1) rodzaju materjału wybuchowego, kalibru i właściwości balistycznych działa (ciężaru ładunku, temp. gazów, szybkości strumienia gazowego, czasu działania gazów); 2) własności fizycznych metalu: temp. topliwości, ciepła właściwego, ciepła topienia, przewodnictwa cieplnego, własności powierzchni, wpływających na szybkość przenoszenia ciepła przez metal.

Najlepszym materjałem byłoby żelazo Armco, lecz słabe jego cechy mechaniczne czynią go bezużytecznym, — pola zostałyby niezwłocznie zgniecione. Jednak, gdyby nawet Armco było dobre, to oszczędność na przepalaniu wzrosłaby zaledwie o jakie 10%. Należy przeto szukać materjału wybuchowego o niższej temperaturze. Poza tem należy zwrócić uwagę na prawidłowy kształt komory, dla uniknięcia gwałtownych zwężeń strumienia gazów.

Środka zaradczego metalurgja sama jednak nie zna.

Literatura:

P. Charbonnier. Ballistique Interieure (Paris, 1908)
„ La veine gazeuse, (Memor, d'Art, franç. 1922).
C. Cranz. Lehrbuch der Ballistik.
H. Fay. The cause of the white layer. Army Ordnance 1925.
M. Letang. Sur l'usure des bouches à feu. Memor. d'Art. franç. 1922.
E. Piantanida. Sur les alterations subies par l'acier de l'ame de canons uses. Memor. d'Art. franç. 1923.
W. W. Swiecznikow. Carburisation as a factor in the erosion of machine gun borrels. Army Ordnance. 1925.
H. E. Wheeler: The Nitrogen Theory of Erosion. Army Ordnance 1925.
A. G. Zimmerman. Old and New Theories of Gun Erosions. Army Ordnance. 1925.
M. Graciani. Alterasione dell Aciaio dei Tubs d'Anima delle Bocche da fuero. Rivista di'Artiglieria e Genio. 1928.
D. C. Mc. Nair. Erosion of Rifled Bores. Army Ordnance 1928.

Inż. DUNIN-MARKIEWICZ ST.
i kpt. inż. ŚMIŚNIEWICZ T.

PRZECHOWYWANIE PROCHÓW NITROGLICERYNOWYCH W WODZIE.

Ppłk. inż. H. Rakowski w szeregu swych publikacyj [1]) zajmuje się systematycznie sprawą bezpiecznego przechowywania prochów bezdymnych czysto nitrocelulozowych, jak również i prochów nitroglicerynowych. Powołując się na doświadczenia: japońskie, francuskie i inne, dochodzi do wniosku, że przechowywanie prochów czysto nitrocelulozowych w wodzie bieżącej, czy stojącej jest rzeczą zupełnie możliwą, i że proch taki po długiem nawet leżeniu w wodzie nie traci swych własności balistycznych, jak również i stałości chemicznych. W każdej chwili po wydobyciu go z wody może być użyty do strzelania po przeprowadzeniu łatwych procesów mycia i suszenia.

Z prochami nitroglicerynowemi sprawa jest o tyle bardziej skomplikowana, że jeden z głównych ich składników — nitrogliceryna jest cokolwiek rozpuszczalna w wodzie, a więc według wszelkiego prawdopodobieństwa należy spodziewać się jej wyługowania. Sprawa więc przechowywania prochów nitroglicerynowych pod wodą na wzór prochów czysto-nitrocelulozowych wydaje się być zgóry przesądzona w sensie ujemnym i to było przyczyną, że o ile nam wiadomo tego sposobu przechowywania nigdzie nie stosowano.

[1]) „Przegląd Artyleryjski" str. 293 r. 1931.
„ „ str. 242 r. 1925.
„Wiad. Techn. Artyler." str. 240 r. 1929.

Możliwe, że były robione gdzieś doświadczenia, lecz o wynikach ich nie spotykamy żadnych wzmianek w literaturze fachowej. Pewnego rodzaju rewelacją były badania przeprowadzone nad prochami nitroglicerynowemi typu kordytu, wydobytemi w 1920 r. z zatopionego w 1906 roku okrętu wojennego brazylijskiego „Aquidaban”. [2]) Wydobyte ze statku prochy nitroglicerynowe znajdowały się w skrzyniach niehermetycznych tak, że woda dostawała się do skrzynki, i cała ilość prochu była zamoczona. Na statku znajdowały się dwa gatunki prochów nitroglicerynowych do dział 8″ i 4,7″, wyrobu firmy Chilworth Smokeless Powder Company. Prochy te zostały wytworzone w 1898 roku i przez 8 lat znajdowały się w magazynie na wspomnianym wyżej okręcie wojennym. Sądząc z rozmieszczenia tych magazynów, znajdowały się one w złych warunkach co do temperatury, gdyż magazyny prochowe znajdowały się niedaleko kotłowni okrętowej. Prochy po wydobyciu z okrętu były szczegółowo badane i wykazały pod względem stałości chemicznej zupełnie dobre własności, pod względem zaś składu uległy tylko stosunkowo niewielkim zmianom. Załączone zestawienia porównawcze wyników analitycznych tych prochów z 1898 r. i po wydobyciu z wody w 1920 roku, pozwalają dobrze na zorjentowanie się w zmianach, jakim powyższe prochy uległy.

Tablica 1.

Dane o prochu do arm. 4,7″	1898 r.	1920 r.
Nitroceluloza rozpuszczalna.	3,47°/₀	6,66°/₀
„ nierozpuszczalna	35,10°/₀	40,21°/₀
Całkowita nitroceluloza	38,57°/₀	46,87°/₀
Nitrogliceryna.	56,86°/₀	47,62°/₀
Wazelina	4,57°/₀	5,51°/₀
Wilgotność.	—	0,25°/₀
Próba Abla w 82,5°	—	9 min.
Temperatura wybuchu	—	168°
Strata wagi przy ogrzewaniu w 65,5° przez 1 godz.	1,00°/₀	—

[2]) Alvaro Alberto-Boletim do Club Naval.
United States Institute Proceedings Nr. 281, 1926 r.
Wojna i Technika Nr. 4 i 5 1930 r. str. 138.

Tablica II.

Dane o prochu do arm. 8″	1893 r.	1920 r.
Nitroceluloza rozpuszczalna.	2,62%	5,27%
„ nierozpuszczalna	36,10%	36,22%
Całkowita nitroceluloza	38,72%	41,49%
Nitrogliceryna.	56,69%	53,40%
Wazelina	4,59%	5,11%
Strata wagi przy ogrz. w 65,5° przez 1 godz.	0,7 %	—
Ciężar właściwy	1,565	1,567
Wilgotność	—	0,22%
Próba Abla	—	9 min.
Temperatura wybuchu.	—	169° C

Jak widzimy z obydwóch tablic, proch do amunicji 4,7″ uległ dość poważnym zmianom co do składu chemicznego, tracąc ponad 10% zawartej w nim nitrogliceryny, gdy natomiast proch do amun. 8″ stracił jej tylko ok. 3%. Z drugiej strony w obydwu wypadkach wzrósł wyraźnie % rozpuszczalnej nitrocelulozy, czy to jednak nastąpiło skutkiem leżenia w wodzie, czy też skutkiem ośmioletniego przebywania w wysokiej temperaturze i znacznej wilgotności w magazynie okrętowym, to osądzić jest trudno, — i konieczne byłoby systematyczne, dłuższe badanie laboratoryjne z zachowaniem prochów nitroglicerynowych w analogicznych warunkach, jak wyżej wymienione. Stosunkowo skąpe dane o bliższych warunkach opakowania obydwóch gatunków prochów nie pozwalają na zrozumienie różnego stopnia wyługowania nitrogliceryny, choć w części tłumaczy się to znaczną różnicą w wielkości ziaren. Proch dla dział 8″ musiał być napewno o wiele grubszy, niż dla dział 4,7″, a stąd wynika duża różnica wielkości powierzchni zetknięcia jednostki obu tych prochów z wodą.

Obydwa badane prochy wykazują stosunkowo wielką stałość, gdyż wytrzymują 9 minut próby Abla w t° 82,5° C (180° F), gdy niektóre obecne warunki odbiorcze, stawiane balistytom wymagają tylko 10 minut, a współczesne angielskie warunki dla kordytów stawiają 15 min. jako wymaganą normę. Proch 8″ stracił tak mało nitrogliceryny, że zapewne po wysuszeniu nadałby się do strzelania z tych samych dział przy stosunkowo niewiele powiększonym ładunku. Natomiast proch do am. 4,7″ musiałby być ponownie przero-

biony ze świeżem ciastem, bogatszem w nitroglicerynę, aby otrzymać skład pożądany i wymagane własności balistyczne. Przerabianie starego prochu nitroglicerynowego jest rzeczą niezbyt trudną i całkowicie możliwą. Znane dane o prochach z okrętu „Aquidaban" są o tyle niedostateczne, że nie pokazują bliżej, czy nitroceluloza zawarta w tym prochu nie uległa czasami znaczniejszym zmianom, szczególnie co się tyczy procentowej zawartości azotu.

Pierwszy autor niniejszej publikacji w czasie swej bytności w Ameryce otrzymał, dzięki uprzejmości dyrekcji wytwórni Hercules Powder Comp., dość interesujące dane co do przechowywania prochów nitroglicerynowych w wodzie. W 1899 r. jedna z wytwórni tej firmy produkowała proch myśliwski pod nazwą Hercules „Infallible", który zawierał ok. 40% nitrogliceryny. Miał on postać drobniutkich i stosunkowo cienkich krążków. Dnia 26. VI. 1899 r. większą próbkę tego prochu zamoczono, zalewając go w skrzyniach lub słoikach wodą. Przez cały czas trwania doświadczenia próbki znajdowały się w pomieszczeniu w temperaturze 25—35^0 C. Od czasu do czasu wyjmowano część próbki, suszono między arkuszami bibuły i na powietrzu, poczem ostrzeliwano z fuzji kal. 12. Co do pierwotnych własności balistycznych tego prochu, jak również jego składu, niewiele było wiadomem; jedynie tylko to, że ładunek tego prochu do fuzji 12-ki wynosił 2,6 grama. Proch ten ostrzelano w sierpniu 1917 roku tym ładunkiem i otrzymano wyniki co do prędkości i ciśnienia zupełnie odpowiadające nowoczesnym prochom myśliwskim. Według wszelkiego prawdopodobieństwa, gdyby próbki tego prochu badano codziennie, dawałby on jednak te same własności balistyczne.

Chcąc znaleść potwierdzenie tych dość przypadkowych prób, stacja doświadczalna Hercules Powder Company w Kenvil (New Jersey) przystąpiła w 1923 roku do prób systematycznych. Zmagazynowano 23 stycznia 1923 r. w wodzie świeżą próbkę prochu myśliwskiego, podobnego do „Infallible", przytem jedną próbkę umieszczono w wodzie o temp. 25—35^0 C, a drugą w stanie suchym w temp. 15—20^0 C. Obydwa prochy ostrzelano jednocześnie 1 lutego 1931 r. Zanalizowano proch po składowaniu w wodzie i okazało się, że tylko bardzo niewielkie ilości nitrogliceryny zostały wyługowane tak, że nie mogło to mieć żadnego wpływu na własności balistyczne. Tablica III podaje wyniki porównawcze strzelań i składu chemicznego badanych próbek, przechowywanych w wodzie i, w sposób zwykły, w magazynie.

Tablica III.

Własności prochu	Przechowywany w magazynie	Przechowywany w wodzie
Zawartość nitrogliceryny	38,94%	38,58%
„ dwufeynloaminy . .	0,26%	0,25%
Próba stałości wg. Abla. . . .	18 minut	17 minut
Ładunek prochu (kal. 12) . . .	1,56 g	1,56 g
„ śrutu	31,8 „	31,8 „
Szybkość V—18,3 m średnia z 10 strzałów	285 m/sek	282,6 m/sek
Ciśnienie średnie z 10 strzałów .	674 kg/cm²	689 kg/cm²
Ładunek prochu	1,82 g	1,82 g
„ śrutu	35,4 „	35,4 „
Szybk. V—18,3 śred. z 10 strzał.	296,5 m/sek	297,2 m/sek
Ciśnienie średnie z 10 strzałów .	843,6 kg/cm²	822,5 kg/cm²

Nie jesteśmy w posiadaniu danych co do innych własności powyższego prochu, nie mniej jednak możemy stwierdzić, że różnice w wynikach między magazynowaniem zwykłem a w wodzie, są minimalne i znajdują się w granicach błędu doświadczalnego.

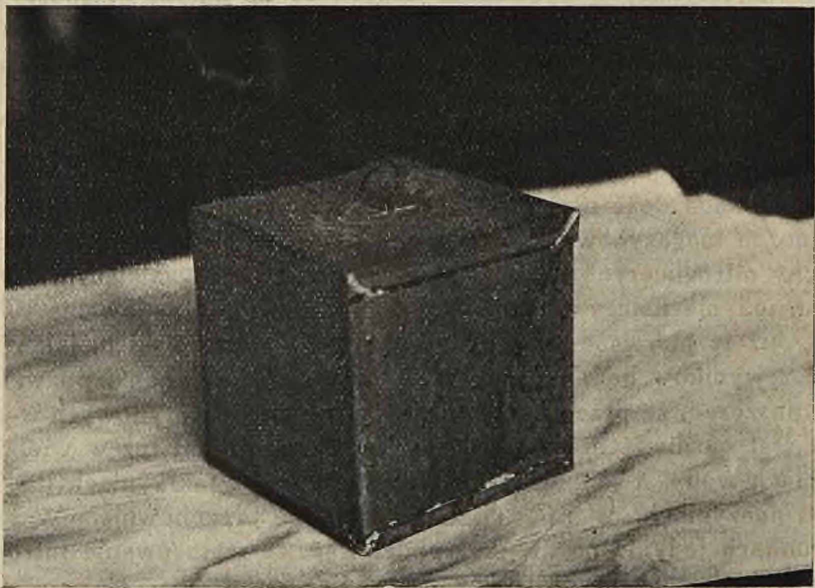
Aczkolwiek doświadczenie to nie jest jeszcze całkowicie zakończone, jednakże wynik ośmioletniego składowania w wodzie w warunkach dość uciążliwych jest pouczający, dowodzi bowiem, że można magazynować nawet drobnoziarniste, o dużej powierzchni, prochy nitroglicerynowe w wodzie z zupełnie zadawalającym wynikiem, jedynie należy wybrać odpowiedni sposób składowania.

Już te pierwsze dane z doświadczeń amerykańskich, jak również z wyników badań prochów z okrętu „Aquidaban", pozwalają przypuszczać, że przechowywanie prochów nitroglicerynowych w wodzie jest możliwe, ale nie w wodzie bieżącej, ani też w wielkich ilościach wody, a jedynie przez zalanie wodą w skrzyniach lub innych naczyniach, w których się normalnie przechowuje. W tych warunkach jedynie można się spodziewać, że wyługowanie nitrogliceryny będzie praktycznie bez znaczenia, a stałość prochów w ciągu dłuższego czasu nie ulegnie pogorszeniu. Ppłk. inż. H. Rakowski uważa, że może być jedynie mowa o przechowywaniu prochów

nitroglicerynowych w schronach z bieżącą wodą, która przepływałaby przez składowany proch, aby w ten sposób zabezpieczyć się przed tworzeniem osadów nitrogliceryny, która mogłaby wybuchnąć i zainicjować wybuch składowanego prochu. Aby rzecz rozstrzygnąć, proponuje szereg badań na większą skalę.

Chcąc rozstrzygnąć doświadczalnie sprawę przechowywania prochów nitroglicerynowych w wodzie, przeprowadzono w kraju próby składowania w wodzie bieżącej, uwzględniając także wpływ temperatury wody.

Do prób wzięto dwie próbki drobnoziarnistego płytkowego prochu nitroglicerynowego do moździerzy Stokesa i dwie próbki prochu nitroglicerynowego grubszego również płytkowego do haubicy 100 mm. Próbki te rozdzielono na 12 próbek mniejszych, które zostały umieszczone w pudełkach sześciennych (rys. 1) z blachy żelaznej cynkowanej. Dwie ściany boczne każdego pudełka były gęsto dziurkowane tak, że woda mogła swobodnie przez proch przepływać. Pojemność pudełka wynosiła 1 decymetr sześcienny, t. j. mieściła w sobie jeden litr prochu. Próbki te zostały zatopione w 4 zbiornikach z przepływającą wodą, a mianowicie:



Rys. 1.

4 próbki umieszczono w studzience przepływowej dla wody powracającej z chłodni kominowej do kondensatorów turbiny parowej. Woda w studzience posiadała temp. ok. 35° C, a przepływ wody przez studzienkę wynosił ok. 1000 m^3/godz. Obliczając w przybliżeniu ilość wody przepływającej przez pudełko, otrzymano ok. 10 m^3 wody w ciągu 30 dni; następne 4 próbki zatopiono w stawie przepływowym B, gdzie temperatura wynosiła ok. 22° C, a ilość wody przepływająca przez pudełko była nadzwyczaj mała i według przybliżonych obliczeń wynosiła około 1 litra na 30 dni. Można więc w danym wypadku uznać wodę w tym stawie jako praktycznie stojącą, i dlatego będziemy mieli w tym wypadku raczej zjawisko działania dyfuzji. Trzy dalsze próbki zatopiono w studzience przepływowej B.128, gdzie temperatura wody wynosiła ok. 15° C, a obliczona w przybliżeniu ilość wody, przepływającej przez pudełko, wynosiła około 3 m^3 na 30 dni; wreszcie ostatnie 3 próbki zatopiono w misce głębokiej w zlewie w laboratorjum, gdzie temperatura wody wynosiła ok. 12° C, a ilość przepływającej wody przez pudełko wynosiła około 0,1 m^3/30 dni.

Wszystkie 14 próbek zatopiono 4 maja 1931 roku i co miesiąc wyjmowano je w celu pobrania części próbki do analizy, poczem zpowrotem zatapiano. Wszystkie próbki zostały ostatecznie wyjęte 4 sierpnia, za wyjątkiem próbek z B.128, które wyjęto o 10 dni wcześniej. Prochy wzięte do doświadczenia były zbadane dokładnie, jak również co miesiąc powtarzano większość oznaczeń, aby mieć w ten sposób obraz zmian, jakie zachodziły w prochu w miarę dłuższego przebywania w wodzie. Wyniki analiz podają kolejne tablice: IV, V, VI i VII, oraz wykresy 1, 2, 3 i 4.

Jak widzimy z tablic, a zwłaszcza z wykresów, wraz z czasem szybko obniża się zawartość nitrogliceryny w prochu. Na szybkość wyługowania nitrogliceryny z prochu ma wpływ kilka czynników, przedewszystkiem jednak temperatura wody, omywającej proch, następnie idzie dopiero wpływ rozdrobnienia, a wreszcie akcentuje się zlekka tylko wpływ szybkości prądu wodnego, jak widzimy to najwyraźniej na wykresie 2.

Wpływ szybkości prądu wody ma jednak znacznie mniejsze działanie, niż temperatura, która decyduje o szybkości dyfuzji rozpuszczonej nitrogliceryny. W stawie B obliczona ilość wody, która omyłaby próbkę prochu, wynosi zaledwie 3 litry w ciągu 90 dni. Gdyby te trzy litry zostały całkowicie nasycone nitrogliceryną, to wówczas proch straciłby najwyżej tylko 0,75% nitrogliceryny w ob-

Tablica IV

Składowanie w wodzie prochu nitroglicerynowego $0,2 \times 2 \times 2$ Gat. I   Próbki 1, 3 i 5.

Własności prochu	Proch wzięty do prób.	Staw *B*			Studzienka przy elektrowni			Zlew w laboratorjum			Uwagi:
		po 30 dn.	po 60 dn.	po 90 dn.	po 30 dn.	po 60 dn.	po 90 dn.	po 30 dn.	po 60 dn.	po 90 dn.	
Wilgotność % . . .	0,33	0,34	0,53	1,11[1])	0,51	0,72	0,93[1])	0,55	0,58	2,11[1])	
Nitrogliceryna % .	44,47	35,10	35,78	33,74	23,80	22,45	20,28	38,91	37,72	35,67	Wykres 1
Nitroceluloza % .	53,87	63,21	62,26	63,74	74,31	75,24	77,30	59,15	60,35	60,83	
% azotu w nitrocelulozie . . .	12,18	—	—	12,20	—	—	12,20	—	—	12,20	
Centralit % . . .	1,04	1,07	1,04	1,09	1,08	1,28	1,22	1,09	1,03	1,07	
Popiół %	0,15	0,18	0,21	0,21	0,17	0,19	0,17	0,19	0,21	0,21	
Stałość z papierkiem motylfiolet w 120°C . . .	115—120 m	125—125 m	120—120 m	90—100 m[1])	140—140 m	135—135 m	125—125 m	130 - 130 m	115—120 m	100-100 m	
Stałość wg Abla w 100°C . . .	13—17 m	14—15 m	14—17 m	16—18 m	16—17 m	19—20 m	17—18 m	14—14 m	15—16 m	14-16 m	
Grafit %	0,14	0,10	0,14	0,11	0,13	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	

[1]) Obniżenie stałości skutkiem wzięcia do próby prochu wprost z wody bez podsuszenia również i % składników wymagają pewnej poprawki na % wilgoci. Normalnie przy obliczeniu % składników zawartość wilgoci jest pomijana.

Tablica V.

Składowanie w wodzie prochu nitroglicerynowego 0.2×2×2 — Gat. II. Próbki Nr.Nr. 2, 4 i 6

Własności prochu	Proch wzięty do prób	Staw *B*			Studzienka przy elektrowni			Studzienka *B* 128			Uwagi:
		po 30 dn.	po 60 dn.	po 90 dn.	po 30 dn.	po 60 dn.	po 90 dn.	po 30 dn.	po 60 dn.	po 90 dn.	
Wilgotność	0,34%	0,35%	0,60%	1,19%[1])	0,45%	0,65%	0,77%	0,38%	0,46%	1,90%[1])	
Nitrogliceryna	44,60%	34,27%	33,33%	32,16%	35,27%	24,18%	23,49%	31,35%	28 24%	27,04%	Wykres 2
Nitroceluloza	53,64%	63,33%	64,86%	65,23%	62,96%	73,66%	74,29%	66,93%	69,90%	69,66%	
% azotu w nitrocelulozie	12,20%	—	—	12,22%	—	—	12,21%	—	—	12,19%	
Centralit	1,03%	0,93%	1,13%	1,08%	1,01%	1,18%	1,14%	1,03%	1,05%	1,10%	
Popiół	0,19%	0,19%	0,24%	0,22%	0,19%	0,20%	0,21%	0,19%	0,20%	0,20%	
Stałość z papierkiem metylfioletowym w 120°	90--95 m	125—130 m	130—130 m	100—100 m[1])	140—140 m	135—135 m	120—125 m	130—135 m	130--135 m	100—100m	
Stałość wg. Abla w 100°	10—13 m	13—14 m	16—17 m	14—16 m	13—14 m	18—19 m	19—20 m	12—14 m	16—17 m	16-17 m	
Grafit	0,19%	0,14%	0,12%	0,13%	0,13%	0,12%	0,10%	0,13%	0,14%	0,13%	

[1]) Proch nie był wysuszony na powietrzu, tylko wzięty taki, jaki wyszedł wprost z wody, stąd skutkiem przylegającej wilgoci wykazał dużą wilgotność, gorszą stałość wg. próby z papierkiem metylfioletowym w 120°.

Tablica VI.

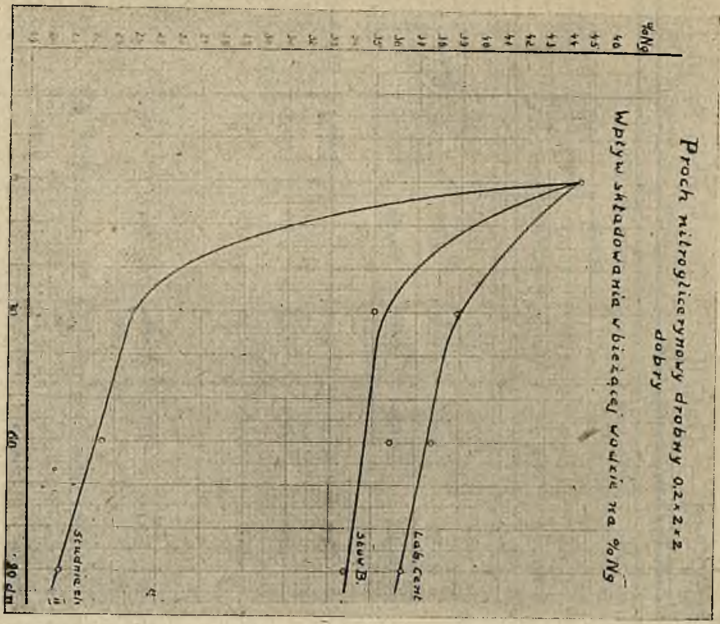
Składowanie w wodzie prochu nitroglicerynowego 1,3 × 10 × 10 gatunek I — Próbki Nr. 7, 9 i 11

Własności prochu	Proch wzięty do próby	Staw *B*			Studzienka przy elektrowni			Zlew w laboratorjum			Uwagi:
		po 30 dn.	po 60 dn.	po 90 dn.	po 30 dn.	po 60 dn.	po 90 dn.	po 30 dn.	po 60 dn.	po 90 dn.	
Wilgotność % . .	0,40	0,32	0,36	0,56	0,32	0,66	0,69	0,37	0,34	0,48	
Nitrogliceryna % .	44,74	39,51	36,87	34,30	34,26	32,02	30,97	40,31	38,63	38,47	Wykres 3
Nitroceluloza % .	53,74	59,03	61,63	63,90	64,20	66,09	67,32	58,26	59,90	60,19	
% azotu w nitrocelulozie . . .	12,24	—	—	12,24	—	—	12,23	—	—	12,25	
Centralit % . . .	0,81	0,87	0,80	0,94	0,91	0,93	0,76	0,79	0,80	0,65	
Popiół % . . .	0,15	—	0,19	0,19	0,18	0,19	0,17	0,15	0,18	0,15	
Stałość z papierkiem metylfiolet w 120°C . . .	90—95 m	125—125 m	135—140 m	125—130 m	135—135 m	140—145 m	130—135 m	120—120 m	140—145 m	125—130m	
Stałość wg Abla w 100°	11—14 m	16—16 m	10—12 m	14—14 m	12—14 m	9—9 m	14—16 m	14—14 m	11—12 m	13-14 m	
Grafit %	0,16	0,12	0,13	0,13	0,11	0,11	0,12	0,10	0,03	0,09	

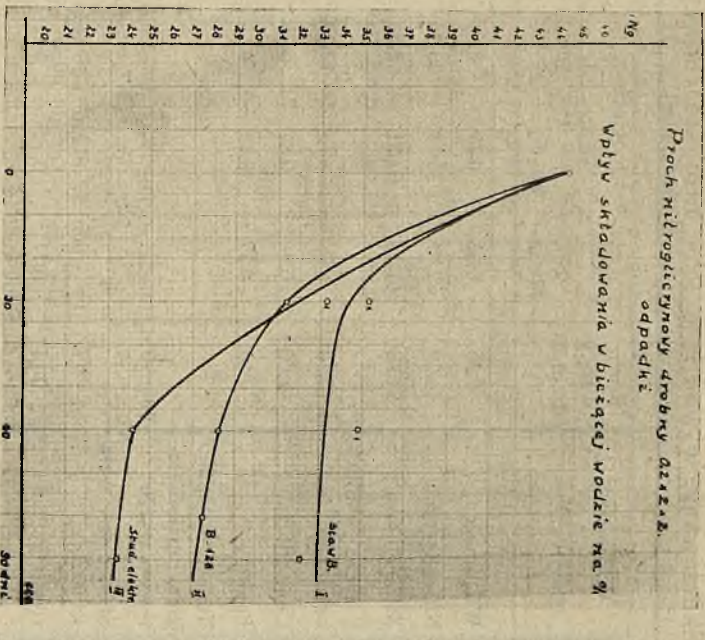
Tablica VII.

Składowanie w wodzie prochu nitroglicerynowego 1,3 × 10 × 10 — Gat. II Próbki 8, 10 i 12

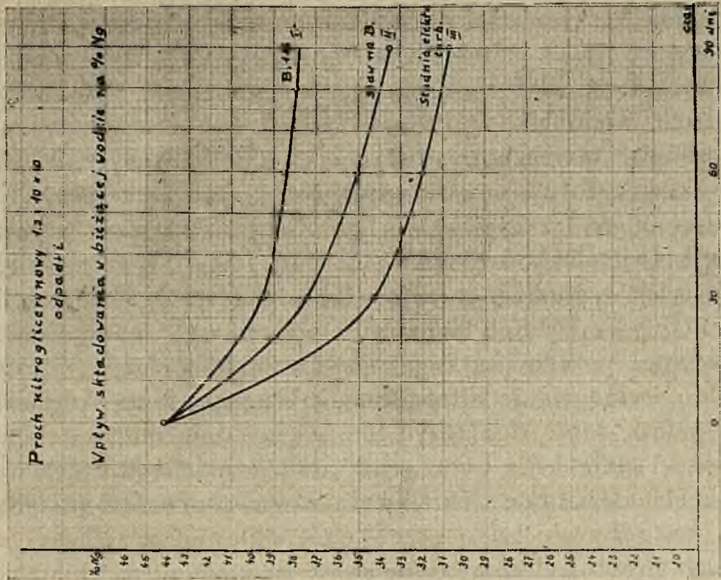
Własności prochu	Proch wzięty do prób	Staw *B*			Studzienka przy elektrowni			Studzienka *B*. 128			Uwagi:
		po 30 dn.	po 60 dn.	po 90 dn.	po 30 dn.	po 60 dn.	po 90 dn.	po 30 dn.	po 60 dn.	po 90 dn.	
Wilgotność %	0,36	0,33	0,49	0,61	0,35	0,66	0,70	0,33	0,42	0,50	
Nitrogliceryna %	44,20	37,41	35,11	33,54	34,25	32,02	30,65	39,54	38,61	37,96	Wykres 4
Nitroceluloza %	54,18	61,10	63,21	64,70	64,17	66,12	67,58	59,03	59,89	60,65	
% azotu w nitrocelulozie	12,10	—	—	12,09	—	—	12,10	—	—	12,10	
Centralit %	1,00	0,88	0,87	0,88	0,94	0,86	0,80	0,82	0,80	0,65	
Popiół %	0,16	0,17	0,18	0,17	0,18	0,20	0,17	0,16	0,18	0,15	
Stałość z papierkiem metylfioletowym w 120°	90—90 m	120—125 m	135—140 m	130—130 m	125—125 m	135—135 m	125—125 m	125—130 m	140—140 m	125—130m	
Stałość wg. Abla w 100°	7—9 m	14—16 m	12—13 m	12—14 m	12—15 m	9—10 m	15—15 m	15—15 m	12—12 m	14-15 m	
Grafit %	0,14	0,11	0,13	0,11	0,10	0,13	0,12	0,11	0,10	0,09	



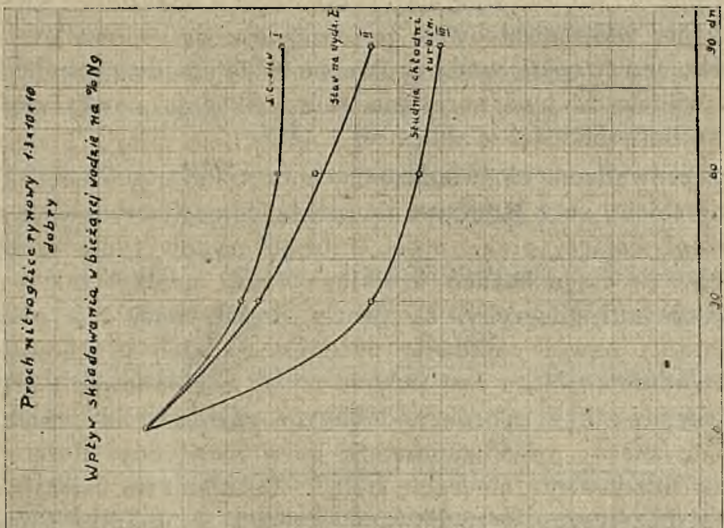
Wykres 1,



Wykres 2,



Wykres 4.



Wykres 3.

liczeniu na całą jej ilość w prochu, tymczasem, jak widać z wykresów, spadek % zawartości nitrogliceryny w prochu zatopionym w stawie B wynosi 9,73%. Straty więc nitrogliceryny w prochu są spowodowane przez dyfuzję i prądy konwekcyjne. We wszystkich zbiornikach wodnych, w których proch był zamoczony, mieliśmy duże wahania temperatur, zwłaszcza silne one były w stawie B i w studzience B.128, mniejsze były już w studzience przy elektrowni, a najmniejsze w zlewie w Lab. Centr. Wahania temperatury wody w stawie dochodziły do 12° C (pora letnia), w studzience B.128 również tyle, w studzience przy elektrowni tylko 5° C, a w laboratorjum 2° C. Te różnice temperatur wywoływały energiczne prądy konwekcyjne, potęgujące znacznie działanie dyfuzji. Stosunkowo niewielkie wyługowanie nitrogliceryny w prochach na okręcie „Aquidaban" należy sobie tłumaczyć tem, że na dnie morza temperatura była niska i stała i nie było wcale prądów mechanicznych, czy konwekcyjnych. Działanie dyfuzji było również utrudnione, gdyż mogła się ona odbywać tylko przez niewielkie nieszczelności skrzyń, w których proch był zmagazynowany. Badania nitrocelulozy w prochu po trzymiesięcznem składowaniu w wodzie dowodzą, że żadne zjawiska zmydlania lub denitracji w tym czasie nie odbywały się. Stałość badanych prochów według próby z papierkiem metyfioletowym w 120°, jak również według próby Abla w 100° C dowodzi, że składowanie w wodzie wpływa na nią raczej dodatnio. Kilka wyników, które wskazywałyby na jej obniżanie się, spowodowane zostały dużą zawartością wody w prochu wziętym do próby. Prochy, których wilgotność była normalna, nie wykazują nawet stosunkowego obniżenia stałości (Tablice VI i VII).

Przeprowadzone doświadczenia, choć tylko trzymiesięczne, dowodzą niezbicie, że o składowaniu prochu nitroglicerynowego w wodzie, przepływającej przez proch nitroglicerynowy, nie może być mowy, gdyż w ciągu bardzo krótkiego czasu nastąpi tak znaczne wyługowanie nitrogliceryny, że proch stracić musi swe własności balistyczne, a nawet całkowita przeróbka takich prochów będzie wielce utrudniona. Może być jedynie mowa o składowaniu prochów nitroglicerynowych w sposób podobny do składowania prochu „Infallible", to znaczy przez zanurzenie go w niewielkiej ilości wody. Czy takie składowanie ma rację bytu? Zasadniczym celem składowania jest bezpieczne przechowanie prochu w dobrym stanie, aż do chwili kiedy będzie potrzebny. Obydwa te względy t. j. bezpieczeństwo i dobroć przechowywanego prochu łączą się ściśle ze so-

bą. Proch bezdymny, tracąc swą stałość, staje się skłonny do samozapłonu i magazynowany w wielkich ilościach może spowodować straszliwe katastrofy. Zatapianie prochu w wodzie przepływającej w stosunkowo niskiej temperaturze, daje nam całkowite bezpieczeństwo, a w wypadku prochów czysto nitrocelulozowych, zapewnia stałość chemiczną i balistyczną. W wypadku prochów nitroglicerynowych mamy tylko zapewnione bezpieczeństwo, natomiast stałość balistyczna zmienia się skutkiem utraty części nitrogliceryny. Proch nitroglicerynowy, zalany niewielką ilością wody, jak widzimy z doświadczeń amerykańskich, zachowuje swój skład chemiczny i własności balistyczne zupełnie dobrze nawet przy stosunkowo wysokiej temperaturze składowania. Nie ulega już dzisiaj wątpliwości, że rozkład prochu, a raczej nitrocelulozy czy nitrogliceryny, wywołuje nie tylko podniesiona temperatura, ale w o wiele większym stopniu — hydrolityczne działanie wilgoci w prochu na nitrocelulozę. Wydzielony kwas przyśpiesza dalszy rozkład i może spowodować podwyższenie temperatury tak, że następuje samozapalenie. Ciekawe badania Muraour'a[3]) wykazują decydującą rolę działania hydrolitycznego. Muraour wraz z p. Aunis przystąpił do badania, jakie jest potrzebne stężenie kwasu azotowego w prochu, aby spowodować rozkład autokatalityczny, i okazało się przytem, że nitroceluloza uprzednio wystabilizowana, zanurzona do 20% kwasu azotowego po 8 miesiącach uległa poważnej denitracji z 13,24% azotu do 12,91%. Natomiast kwas azotowy 10% wywierał w tym wypadku działanie minimalne. W wypadku zastosowania kwasu azotowego 30% zawartość azotu, wyżej wzmiankowanej nitrocelulozy, spadła w ciągu $3^1/_2$ min. na 12,91%. Widzimy z tych doświadczeń wyraźnie, jak wielki wpływ wywiera stężenie kwasu azotowego na szybkość rozkładu nitrocelulozy i stąd wynikają zasadnicze wnioski dla składowania prochu.

Jeżeli w 100 g prochu nitrocelulozowego o zawartości azotu 12,5% i wilgotności, wynoszącej 1%, rozłoży się 0,4% bawełny strzelniczej, wydzielając NO, który w zetknięciu się z powietrzem i wilgocią prochu przejdzie w kwas azotowy, — wówczas stężenie kwasu azotowego w prochu wyniesie 22%, przy którym to stężeniu zaczyna się już szybki autokatalityczny rozkład. Zresztą dla wywołania reakcji wystarczy tylko, aby ognisko rozkładu powstało w jednym punkcie ziarna prochowego, aby zainicjować dalszy szybki roz-

---

[3]) Bull. d. Soc. Ch. str. 1259—1930 r. str. 276—1931 r.
Chimie et Industrie T. 20 4 wrzesień 1928 r.

kład. Gdyby proch zawierał mniejszą ilość wilgoci, np. 0,5%, wówczas wystarczy do otrzymania stężenia krytycznego kwasu rozkład tylko 0,2% zawartej nitrocelulozy. Jeżeli więc z jednej strony pożądanem byłoby przechowywać proch absolutnie suchy, co jest praktycznie niewykonalne, to z drugiej strony — przechowywanie prochu o dużej zawartości wody opóźnia powstanie wysokich stężeń kwasu. Przechowywanie więc prochów nitroglicerynowych zanurzonych daje gwarancję, że nieprędko może powstać w nim wówczas wysokie stężenie kwasu, zwłaszcza gdyby zanurzony proch przechowywany był w stałej i niewysokiej temperaturze, np. w piwnicach lub też w skrzyniach hermetycznych na dnie wód.

Zagadnienie wymywania nitrogliceryny z prochu wiąże się z szeregiem innych kwestyj, które kolejno tu rozpatrzymy. Obserwując kształt krzywych, przedstawiających wymywanie nitrogliceryny, należy stwierdzić, że w miarę zmniejszającej się ilości nitrogliceryny w prochu dalszy jej ubytek maleje, i krzywa wykazuje dążenie do asymptoty równoległej do osi czasu. Według więc dużego prawdopodobieństwa prochy nitroglicerynowe o małej zawartości nitrogliceryny nadawałyby się lepiej do przechowywania w wodzie bieżącej czy też stojącej. Zwłaszcza, gdyby stosowano wodę o niskiej temperaturze, np. $+4^0$ C, jaka zawsze znajduje się na dnie głębokich zbiorników wodnych. W zbiornikach wodnych głębokości około 15 m na dnie panuje temperatura stała tak, że proch tam przechowywany podlegałby znacznie mniejszemu działaniu wymywającemu. Gdyby woda, w której jest zanurzony proch, zawierała w sobie rozpuszczoną pewną ilość soli, wówczas wyługowywanie nitrogliceryny byłoby znów znacznie zmniejszone, skutkiem zmniejszonej przez to rozpuszczalności nitrogliceryny. Zwykłe sole spotykane w morzu nie działają ujemnie na stałość, sądząc chociażby z wyników badania prochu z okrętu „Aquidaban" i z przechowywania prochów nitrocelulozowych. Należy jeszcze zauważyć, że pewne dodatki, stosowane częstokroć do prochów w większych lub mniejszych ilościach, takie, jak wazelina i nierozpuszczalne w wodzie żelatynizatory, mogą wybitnie obniżać efekt działania wymywającego. Wreszcie rodzaj nitrocelulozy może tu mieć też pewien wpływ.

Według dotychczasowych pojęć nitroceluloza o wysokiej lepkości absorbuje silniej nitroglicerynę niż nitroceluloza nisko-lepka. Opierając się na tych przesłankach, do produkcji żelatyny wybuchowej i dynamitów żąda się nitrocelulozy o dużej lepkości, by zabezpie-

czyć się od niebezpiecznego zjawiska wypacania nitrogliceryny. Na podstawie powyższych danych i rozważań, możemy już z dużą pewnością twierdzić, że przechowywanie prochów o dużej zawartości nitrogliceryny w wodzie bieżącej, na wzór czystych nitrocelulozowych, jest niecelowe. Co do prochów nitroglicerynowych z małą zawartością nitrogliceryny i niektóremi dodatkami, to odpowiedzieć jeszcze trudno, raczej jednak odpowiedź wypadłaby negatywnie.

Natomiast przechowywanie prochów nitroglicerynowych zamoczonych w skrzyniach czy zbiornikach w stosunkowo niewielkiej ilości wody, wydaje się zupełnie możliwe i stosunkowo łatwe do wykonania. Zachowując przytem temperaturę możliwie niską i stałą, możemy spodziewać się długoletniego przechowania prochów nitroglicerynowych bez szkody dla ich stałości chemicznej i balistycznej, zabezpieczając się przytem zupełnie przed niespodziewanym samozapłonem prochu, zwłaszcza, że kontrola takiego składowania jest nadzwyczaj łatwa, wystarczy bowiem od czasu do czasu badać kwasowość wody nawilżającej proch.

355.69:623.452

Ppłk. inż. RAKOWSKI HENRYK.

TRANSPORT MATERJAŁÓW WYBUCHOWYCH I AMUNICJI.

(dokończenie)*)

Przechodzę teraz do przewozów następnym środkiem lokomocji — do przewozów furmankami.

Przepisy przewozu materjałów wybuchowych i amunicji furmankami.

Trakcja konna w ostatnich dziesiątkach lat coraz bardziej wypierana jest przez trakcję motorową. Szczególnie po wojnie światowej i w krajach bogatszych, więcej uprzemysłowionych, użycie samochodów do najrozmaitszych celów rozwija się w nadzwyczaj szybkiem tempie tak, że w wielu miejscowościach koń stał się obecnie już raczej przedmiotem zbytku niż normalną siłą pociągową. Tak przy przewozie pasażerów, jak i towarów samochód konkuruje dziś z powodzeniem nie tylko z koniem, ale nawet z kolejami żelaznemi.

Z tego względu przepisy przewozu materjałów wybuchowych po drogach bitych furmankami w wielu krajach są już obecnie, właściwie mówiąc, mało aktualne, a wkrótce będą prawdopodobnie posiadały jedynie wartość historyczną. U nas przepisy takie są o tyle więcej aktualne, niż w krajach Zachodniej Europy i w Stanach Zjednoczonych A. P., że narazie posiadamy jeszcze stosunko-

*) P. Wiadom. Techn.-Art. Nr.Nr. 10 i 11.

wo mało samochodów i że nie wszystkie drogi nasze nadają się do ruchu samochodowego.

Przepisów oryginalnych polskich, omawiających warunki przewozu materjałów wybuchowych furmankami, jak wspomniano wyżej, narazie jeszcze nie posiadamy, a w każdej dzielnicy Rzeczypospolitej obowiązują odpowiednie przepisy b. Państw zaborczych.

Poniżej omawiam szczegółowo przepisy takie niemieckie i pobieżnie — przepisy rosyjskie i austrjackie.

Przepisy policyjne niemieckie z 14 września 1905 r., do dnia 19 listopada 1929 r. 7-krotnie uzupełniane lub częściowo zmieniane,[42]) w ostatniej swej redakcji w 6-ciu pierwszych paragrafach omawiają ogólne warunki przewozu materjałów wybuchowych po drogach wodnych i lądowych, w dalszych 13-tu paragrafach — specjalne przepisy przewozu materjałów wybuchowych furmankami i w ostatnich 4-ch paragrafach — przepisy przewozu tych materjałów po drogach wodnych. Pierwsze 19 paragrafów przepisów tych podaję niżej prawie in extenso, 4 ostatnie — omówiłem w krótkości w poprzednim rozdziale artykułu. Przepisy te głoszą:

§ 1. Poniższe przepisy obejmują warunki przewozu materjałów wybuchowych po drogach wodnych i lądowych — z wyjątkiem przewozów kolejami, statkami handlowemi i pocztą, jak również przewozów pod eskortą wojskową materjałów wybuchowych lub amunicji, stanowiących własność wojska lub marynarki.[43])

Przepisy niniejsze nie zaliczają do materjałów wybuchowych— lontów prochowych i zapałów o słabej sile wybuchowej (kapiszonów, spłonek zapalających i t. p.).

---

[42]) p. Der Verkehr mit Sprengstoffen. Die reichs—und landesrechtlichen Vorschriften nach dem Stande vom Dezember 1929. Zusammengestellt von Dr. Ing. Denker, Berlin. Carl Heymanns Verlag, 1930.

[43]) Obowiązujące w Niemczech przepisy przewozu materjałów wybuchowych kolejami i statkami omówione były w poprzednich rozdziałach.

Niemieckie przepisy pocztowe z dnia 30 stycznia 1929 r. w § 4 wzbraniają przesyłania pocztą artykułów niebezpiecznych, wrażliwych na tarcie lub uderzenie, łatwozapalnych i t. p. Warunkowo dopuszcza się przesyłanie pocztą kapiszonów i nabojów do broni palnej ręcznej, przepisowo opakowanych i oznakowanych (p. § 5 w. w. przepisów pocztowych). Ewentualne szkody, wywołane przez przesyłki, zawierające materjały wzbronione w obrotach pocztowych lub dopuszczone tylko warunkowo, w myśl § 29 przepisów pocztowych winien pokryć nadawca.

Przewozy materjałów wybuchowych i amunicji, stanowiących własność wojska lub marynarki, regulują osobne przepisy.

I. Przepisy ogólne.

§ 2. Do obrotu (przewozów, handlu i użycia) dopuszczone są: prochy dymne, saletra wybuchowa, dynamity I, II i III, żelatyna wybuchowa, dynamity żelatynowane; surowa masa prochowa, składająca się z mieszaniny wilgotnej nitrocelulozy o zawartości wody conajmniej 30% i nitrogliceryny w ilości najwyżej 28%; nitroceluloza (luźna o zawartości wody minimum 20% lub prasowana, nie zżelatynowana), w szczególności bawełna strzelnicza i bawełna kolodjanowa jak również mieszanki nitrocelulozy z obojętnemi saletrami; ognie sztuczne, nie zawierające soli kwasu pikrynowego; nabite pociski, zespolona amunicja działowa, ładunki prochowe, petardy, zapały silne (zapalniki i spłonki detonujące); korki wybuchowe, zawierające 0,04 do 0,06 g suchej masy wybuchowej, i wszystkie materjały wybuchowe, dopuszczone w danej chwili do przewozu kolejami niemieckiemi.

Na warunkach, podanych niżej, wolno również przewozić w celach badawczych próbki materjałów wybuchowych nowych.

§ 3. Wyłączone od obrotu są materjały wybuchowe, nie wymienione w § 2 niniejszych przepisów, a w szczególności:

1. nitrogliceryna, jako taka i w rozczynach;
2. piorunian złota w stanie suchym, sprasowany lub w postaci proszku, piorunian rtęci i porunian srebra jak również preparaty, przygotowane z niemi;
3. rozmaite rodzaje nitrocukrów i nitroskrobi i przygotowane z nich mieszanki;
4. mieszanki, z których sączy się nitrogliceryna;
5. materjały wybuchowe:
   a) skłonne do samoczynnego rozkładu w temperaturze + 40°C,

   lub b) zawierające:
   - aa) chlorany[44] (z wyjątkiem spłonek detonujących i t. p. wyrobów, dopuszczonych do obrotu w § 2), lub
   - bb) sole kwasu pikrynowego, lub
   - cc) fosfor (z wyjątkiem wyrobów, dopuszczonych w § 2), lub
   - dd) siarczek miedzi;

---

[44]) Materjały wybuchowe chloranowe, dopuszczone do przewozów kolejami, tem samem w myśl § 2 niniejszych przepisów dopuszczone są do obrotu.

6. materjały wybuchowe w nabojach, zanieczyszczonych zzewnątrz nitrogliceryną lub jakimkolwiek bądź innym materjałem wybuchowym stałym lub ciekłym;
7. urządzenia, zawierające w osobnych, oddzielonych od siebie łamliwą ścianką lub ścianką z kranem przedziałach materjały, które same przez się są niewybuchowe, ale eksplodują przy wzajemnem zmieszaniu się w razie rozbicia lub usunięcia ścianki, rozdzielającej je, lub przy połączeniu sąsiednich przedziałów przez otworzenie kranu.

§ 4. Wysyłający materjały wybuchowe w ilości ponad 35 kg wagi brutto winien przedłożyć władzom policyjnym w miejscu wysyłki do parafy list przewozowy, w którym wykazane są miejsca przeznaczenia przesyłek. Odbiorcy materjałów wybuchowych stwierdzają ich otrzymanie na kwitach odbiorczych, załączanych do listu przewozowego. Kwitami temi wysyłający winien każdorazowo wykazać się na żądanie władz policyjnych w miejscu wysyłki.

§ 5. Osoby, biorące udział w przesyłaniu materjałów wybuchowych, podpadających pod ustawę z dnia 9 czerwca 1884 r. o zbrodniczem i zagrażającem ogółowi użyciu materjałów wybuchowych, i wchodzące przytem w posiadanie tych materjałów (ekspedytorzy, przewożący transporty i towarzyszący im), winny podczas swych czynności stale mieć przy sobie odpowiednie pozwolenia władz policyjnych na posiadanie materjałów wybuchowych lub uwierzytelnione odpisy tych pozwoleń i — przedstawiać je na żądanie władz.

§ 6. Materjały wybuchowe, nadawane do przewozu po drogach wodnych lub lądowych, powinny być w skrzynkach lub beczkach drewnianych, odpowiednio do swej pojemności mocnych, bez obręczy lub bandaży żelaznych i o uszczelnionych spojeniach, aby materjał nie mógł wysypywać się z nich. Narówni z beczkami i skrzyniami drewnianemi wolno używać do pakowania materjałów wybuchowych także t. zw. amerykańskie beczki tekturowe, zrobione z kilku warstw bardzo mocnej, sztywnej, pokostowanej tektury. Naczynia, używane do przewozu prochów dymnych, saletry wybuchowej i materjałów wybuchowych o składzie zbliżonym do prochu czarnego, nie powinny posiadać żelaznych okuć, gwoździ, śrub i t.p.

Prochy dymne, saletrę wybuchową i prochy, przygotowane z nitrocelulozy z dodaniem lub bez dodania saletry, wolno pakować w naczynia metalowe z wyjątkiem naczyń żelaznych. Przed umieszczaniem w beczkach lub skrzynkach materjały te należy uprzed-

nio opakować w ilościach najwyżej po $2^1/_2$ kg w blaszanki lub w szczelne, mocne worki. Przy mączce prochowej należy stosować worki skórzane lub dobrze przegumowane.

Materjałów wybuchowych nitroglicerynowych i innych, dopuszczonych do przewozu kolejami tylko w postaci nabojów, nie wolno jest przewozić po drogach wodnych i lądowych bitych w stanie luźnym. Przewozić je po tych drogach należy również tylko w postaci nabojów. Naboje te, jak również naboje z prasowanej bawełny strzelniczej, parafinowane lub nie, należy najpierw łączyć w paczki, owinięte papierem, poczem dopiero układać je szczelnie w skrzynkach. Naboje prasowane z bawełny strzelniczej z zawartością wody conajmniej 15% wolno również pakować w szczelne blaszanki lub pudełka tekturowe.

Nitroceluloza luźna o zawartości wody conajmniej 20% powinna być opakowana w mocne hermetyczne naczynia.

Surową masę prochową wolno przewozić w stanie luźnym, o ile jest ona w szczelnych, dobrze przegumowanych i mocno zawiązanych workach, umieszczonych w skrzynkach lub beczkach.

Materjały wybuchowe i amunicję wszelkich rodzajów, w tej liczbie i nabite pociski, należy przewozić bez zapałów i lontów. Zastrzeżenie to nie stosuje się do nabojów małokalibrowych i działowych, które mogą być z kapiszonami lub zapłonnikami, nabite pociski jednak w nabojach działowych winny być bez zapalników. Ładunki wybuchowe w nabitych pociskach powinny być dobrze przykryte (zamknięte). Pakowanie zapałów, lontów lub nabojów do broni palnej w jednem naczyniu z innemi materjałami wybuchowemi jest niedopuszczalne.

Na zewnętrznem opakowaniu materjału wybuchowego winny być napisy, wskazujące zawartość pakunku i nazwę lub markę wytwórni, z której materjał pochodzi. Skrzynki z materjałami wybuchowemi nitroglicerynowemi winny być zaopatrzone w odpowiednie, mocne uchwyty. Beczki mogą być bez uchwytów, jeżeli dna i pokrywy ich wpuszczone są głęboko tak, że można je łatwo podnosić za krawędzie.

Ciężar brutto jednej skrzynki czy też beczki z prochem dymnym, saletrą wybuchową, nitrocelulozą, petardami, fajerwerkami lub zapałami nie powinien przewyższać 90 kg, a z materjałami wybuchowemi nitroglicerynowemi — 35 kg. Ciężar skrzynki z nabitemi pociskami lub nabojami działowemi może dochodzić do 150 kg,

przyczem ograniczenie to nie stosuje się do pojedyńczych pocisków lub nabojów działowych o ciężarze wyższym.

Poza tem przy przewozach materjąłów wybuchowych po drogach wodnych i lądowych wolno również stosować opakowanie, odpowiadające najnowszym przepisom kolejowym.

II. Przepisy specjalne dla przewozów po drogach lądowych [45])

§ 7. Przewóz osób postronnych na wozach, na których przewożone są materjały wybuchowe, jest wzbroniony.

§ 8. Przy pakowaniu i załadunku, jak również przy wyładunku i rozpakowywaniu materjałów wybuchowych nie wolno jest palić (ognia i tytoniu) i stosować niezabezpieczone źródła światła.

Przy załadunku i wyładunku należy unikać starannie wstrząsów, przetaczania i rzucania palników. Pracę tę należy powierzać tylko pewnym i wprawnym robotnikom pod odpowiednim dozorem.

Materjały wybuchowe nitroglicerynowe należy załadowywać na wozy i wyładowywać z nich tylko przy rampach lub t. p., stosując miękkie wyściółki.

Jeżeli materjały wybuchowe wyjątkowo załadowuje się lub wyładowuje nie na terenie wytwórni lub składnicy materjałów wybuchowych, to należy uzyskać na to zezwolenie miejscowych władz policyjnych.

§ 9. Naczynia z materjałami wybuchowemi winny być ułożone i umocowane na wozie w sposób, zabezpieczający je od silnych wstrząsów, tarcia, uderzeń i staczania się. W szczególności beczek nie należy ustawiać na wozie w pozycji pionowej, a raczej kłaść je bokiem i zabezpieczać od staczania się przy pomocy podkładek drewnianych, przykrytych derkami lub rogożą.

§ 10. Materjałów wybuchowych nie wolno przewozić na jednym wozie łącznie z kapiszonami, podpałami i innemi łatwopalnemi lub samozapalnemi artykułami.

Nitrocelulozy i materjałów wybuchowych nitroglicerynowych nie wolno przewozić na jednym wozie razem z prochami dymnemi, saletrą wybuchową, petardami, fajerwerkami, spłonkami i nabojami do broni palnej.

---

[45]) §§ 7—10 przepisów niniejszych obowiązują przy przewozie nawet najmniejszych ilości materjałów wybuchowych. §§ 11—18 tylko przy ilościach wyższych od 35 kg. brutto.

§ 11. Wozy, któremi przewozi się materjały wybuchowe, winny posiadać nadwozia tak szczelne, aby materjały wybuchowe nie mogły się z nich wysypywać. O ile pudła załadunkowe wozów są z wierzchu otwarte, to należy je przykryć dobrze dopasowanemi budami z niepalnego płótna impregnowanego lub t. p.

Wozy z materjałami wybuchowemi powinny posiadać hamulce tylko drewniane, klockowe. Podczas ślizgawicy dopuszczalne jest stosowanie hamulców żelaznych (skrobaczek), o ile są one całkowicie przykryte klockami.

Jako znak ostrzegawczy na wozach z materjałami wybuchowemi należy wywieszać dostrzegalne zdala, stale rozpięte, czarne flagi z białą literą „P". W wyjątkowych wypadkach (np. w razie zaburzeń ludowych) władze policyjne mogą czasowo wzbronić wywieszania tych flag.

Przy załadunku i wyładunku materjałów wybuchowych wozy powinny być niezaprzęgnięte.

§ 12. Wozów z materjałami wybuchowemi nigdy nie należy pozostawiać bez dozoru. Tak na wozach tych, jak i w pobliżu nich, nie wolno jest palić ognia lub tytoniu i korzystać z niezabezpieczonego światła.

§ 13. Furmanki, przewożące materjały wybuchowe, jak również wymijający je jeźdźcy i wozy, powinny jechać tylko stępa.

Jeżeli transport materjałów wybuchowych składa się z kilku furmanek, to winny one jechać w odległości conajmniej 50 metrów jedna za drugą.

§ 14. Postoje, dłuższe niż półgodzinne, należy urządzać w miejscach, oddalonych conajmniej na 300 m. od wytwórni, warsztatów i domów mieszkalnych. O ile miejsca takiego nie można znaleźć, to miejscowe władze policyjne mogą zezwolić na postój w odległości mniejszej, nie niższej jednak od 200 metrów; chyba że wyjątkowo sprzyjające warunki terenowe pozwalają na zachowanie odległości jeszcze mniejszej. — Zatrzymując się w pobliżu zamieszkałych miejscowości na postój dłuższy niż półgodzinny, należy natychmiast powiadomić o tem miejscowe władze policyjne w celu ewentualnego zarządzenia przez nie odpowiednich środków ostrożności.

§ 15. Furmanki, przewożące materjały wybuchowe, winny trzymać się, o ile możliwe, zdala od pociągów kolejowych, czynnych parowozów, walców i pługów parowych i t. p.

Drogi, biegnące tuż obok linij kolejowych, należy w miarę możności omijać.

§ 16. Transport materjałów wybuchowych przez skupione osiedla mieszkalne dopuszczalny jest tylko w tych wypadkach, gdy stan dróg nie pozwala na ominięcie tych osiedli. Jeżeli przejazd ten jest nieunikniony, to prowadzący transport winien o tem powiadomić miejscowe władze policyjne i zatrzymać transport przed osiedlem aż do czasu otrzymania pozwolenia na przejazd. Władze policyjne wyznaczają, jakiemi ulicami ma jechać transport, w miarę możności oczyszczają te ulice od innych pojazdów i dokładają starań, aby przejazd odbył się bez przeszkód i możliwie bezpiecznie.

§ 17. Jeżeli przewóz materjałów wybuchowych uskutecznia się wozami o mocnych, szczelnych, ognioodpornych i dobrze zamykanych podczas transportu nadwoziach, to przy transporcie takim obowiązują tylko przepisy, podane wyżej w dwóch ostatnich ustępach paragrafu 11, w paragrafie 12, w pierwszym ustępie paragrafu 13, i zastrzeżeniu paragrafu 14, dotyczące zachowania przy postojach w odległości 200 m. od domów i t.p.

§ 18. Jeżeli opakowanie materjałów wybuchowych podczas przewozu dojdzie do takiego stanu, że dalszy przewóz tych materjałów wydaje się niebezpieczny, to prowadzący transport winien powiadomić o tem natychmiast miejscowe władze policyjne. Władze te wydają niezbędne zarządzenia w sprawie dalszego postępowania z takim transportem, ewentualnie na żądanie nadawcy po uprzedniem zasięgnięciu opinji rzeczoznawcy. Jeżeli przechowanie zakwestjonowanych materjałów zagraża niebezpieczeństwem, to władze policyjne, o ile możliwe, na podstawie orzeczenia rzeczoznawcy i pod jego nadzorem nakazują zniszczenie ich na koszt nadawcy bez uprzedniego zawiadomienia go o tem.

§ 19. Od powyższych przepisów przewozu materjałów wybuchowych po drogach lądowych dopuszczalne są w pewnych wypadkach odchylenia, a mianowicie:

1. Próbki materjałów wybuchowych w ilościach do 0,5 kg, przeznaczone do analizy chemicznej w laboratorjum, można przesyłać przez zasługującą na zaufanie osobę, zachowując z przepisów rozdziału II jedynie warunki paragrafu 10. Próbki te, o ile nie są one w nabojach, należy zawinąć w czysty papier tak, aby podczas transportu materjał wybuchowy nie prószył się. Paczki takie lub nieuszkodzone naboje winny być ułożone w małej szczelnej skrzynce

drewnianej, uszczelnione dokładnie wełną drzewną lub innym t.p. elastycznym materjałem, a skrzynka ma być dobrze zamknięta. Przepisy opakowania, podane w § 6, nie obowiązują w danym wypadku.

Przewożącemu takie próbki do laboratorjum nie wolno korzystać z publicznych środków lokomocji (tramwajów, autobusów i t.p.).

2. Próbki materjałów wybuchowych w ilościach do 10 kg, przesyłane z kopalni do urzędowych lub urzędowo uznanych stacyj doświadczalnych (do prób w chodniku doświadczalnym lub t.p.), wolno przewozić osobie, upoważnionej do tego przez zarząd kopalni, bez zachowania przepisów rozdziału II w tej liczbie i paragrafu 6. Próbki materjałów wybuchowych (naboje) należy przytem, o ile możliwe, zachować w ich normalnem opakowaniu (w paczkach). Jeżeli paczki są uszkodzone, to naboje należy połączyć w paczki i mocno owinąć, poczem umieścić je w mocnej skrzynce, uszczelnić wełną drzewną, papierem lub t.p. tak, aby naboje podczas transportu nie mogły się poruszać, i skrzynkę dobrze zamknąć.

Przewożącemu próbki takie z publicznych środków lokomocji korzystać nie wolno.

Jeżeli oprócz próbek materjałów wybuchowych przewożone są do stacji doświadczalnej jednocześnie i spłonki detonujące, to liczba spłonek nie powinna przewyższać przytem 10 sztuk. Spłonki te, każda z osobna, muszą być owinięte w miękki papier i włożone w blaszane lub tekturowe pudełko, a pozostająca wolna przestrzeń w pudełku— wypełniona drobną mączką drzewną, papierem lub t.p. tak, aby spłonki nie mogły się poruszać. Wzamian tego można również umieszczać spłonki, uszczelniając je należycie, w drewnianych pudełeczkach (klockach) z wyborowanemi otworami na pojedyńcze spłonki i zasuwanemi pokrywami. Klocki te lub pudełka blaszane albo tekturowe (pudełka po związaniu ich sznurkiem) umieszcza się w specjalnej skrzyneczce i opakowuje w sposób, podany w punkt. 1 dla małych próbek materjałów wybuchowych. Łączne pakowanie w jednej skrzynce spłonek i materjałów wybuchowych jest niedopuszczalne pod żadnym pozorem.

Jeżeli do stacji doświadczalnej przewożone są tylko same spłonki detonujące, to należy je w ich zwykłem opakowaniu (w pudełkach) umieścić w mocnej skrzynce i dobrze uszczelnić. O ile pudełka są napoczęte, to wolną przestrzeń w nich należy wypełnić drobną mączką drzewną lub miękkim papierem, po nałożeniu pokryw owiązać je sznurkiem i umieścić w skrzynce drewnianej.

Podczas przewozu skrzynki z materjałami wybuchowemi lub spłonkami detonującemi powinny być stale pod dozorem przewożącego.

3. Przy przewozie materjałów wybuchowych innych, niż podano w pkt. 1 i 2 niniejszego paragrafu, w ilościach do 35 kg brutto z przepisów rozdziału II obowiązują tylko §§ 7 do 10.

4. W wypadkach nagłego niebezpieczeństwa, zagrażającego szerszemu ogółowi, jak np. przy zatorach lodowych, wolno jest pod odpowiednim nadzorem przewozić materjały wybuchowe z pominięciem zastrzeżenia co do niestosowania niezabezpieczonych źródeł światła (§ 8 ustęp 1), jak również zastrzeżeń podanych w ostatnim ustępie paragrafu 8, w § 10, w § 11 w ustępach 1, 2 i 3-cim, w ustępie pierwszym paragrafu 13 i w §§ 14, 15 i 16. Jeżeli przytem do rozporządzenia jest tylko jedna furmanka, to wolno jest na niej przewozić materjały wybuchowe łącznie ze spłonkami detonującemi. W tym celu przepisowo opakowane pełne pudełka ze spłonkami należy umieścić w małej skrzyneczce drewnianej i wolną przestrzeń starannie wypełnić wełną drzewną lub innym t. p. elastycznym materjałem tak, aby pudełka nie mogły poruszać się w skrzyneczce. O ile spłonki są w pudełkach napoczętych, to wolną przestrzeń w pudełkach należy wypełnić drobną mączką drzewną, miękkim papierem lub t. p., pudełka przykryć pokrywami i umieścić w skrzyneczce drewnianej w sposób, podany wyżej. Skrzyneczkę należy dobrze zamknąć (nie przy pomocy jednak gwoździ, a przy pomocy wkrętek lub przez odpowiednie owiązanie) i podczas transportu trzymać ją na rzemieniu lub pasie, przewieszonym przez szyję lub ramię.

Tak przedstawia się według przepisów niemieckich sprawa przewozów furmankami materjałów wybuchowych. Odnośne przepisy rosyjskie[46]) są mniej szczegółowe i pouczające.

Przepisy rosyjskie zezwalają na przewóz materjałów wybuchowych furmankami tylko pod odpowiednią eskortą. Marszruta transportu ustala się przez władzę wysyłającą; eskorta i woźnice nie mają prawa zmieniać jej bez ważnych powodów.

Załadowane wozy mają być przykryte brezentem lub rogożą i zaopatrzone w czerwoną flagę.

Jeżeli w odległości mniejszej niż 100 sążni (213 m) od drogi którą przejeżdża transport z materjałami wybuchowemi, rozpalone są ogniska lub t. p., to, nie dojeżdżając do tego miejsca, transport należy wstrzymać i zażądać ugaszenia ognisk. Jeżeli to jest nie wykonalne, to transport musi ominąć ogniska ze strony nawietrznej w odpowiedniej odległości.

Przejeżdżając przez miasteczka i wsie, należy się stosować do wskazówek miejscowej milicji i uprzedzać przechodzących i przejeżdżających, iż w pobliżu transportu nie wolno palić. Znajdujące się przy drodze kuźnie i t. p., podczas przejazdu transportu z materjałami wybuchowemi powinny być zamknięte.

W razie burzy transport, jadący przez las, winien jechać dalej normalnie i dopiero po wyjściu na otwarte miejsce, zdala od domów mieszkalnych, od drogi i od objektów, które mogą ściągać pioruny, należy zatrzymać wozy, rozstawiając je w odległości 150 do 200 kroków jeden od drugiego.

Jeżeli transport nadjedzie podczas pożaru w pobliżu drogi transportu, tu należy zjechać nabok według wskazówek miejscowych władz i zatrzymać się aż do czasu ugaszenia pożaru, rozstawiając wozy, jak w wypadku burzy.

Jeżeli w drodze na jednym z wozów potrzebna jest drobna poprawka, to wóz ten należy zatrzymać, pozostałe wozy powinny go wyminąć i jechać dalej, nie zatrzymując się. Jeżeli zaś jeden z wozów ulegnie większemu uszkodzeniu, to po wyminięciu go przez wozy, jadące z tyłu, cały transport należy wstrzymać, materjały wybuchowe z uszkodzonego wozu przeładować na inne wozy i dojechać w ten sposób do pierwszej miejscowości, gdzie zepsuty wóz może być naprawiony.

---

[46]) P. prof. M. Sucharowskij. Wzrywczatyje wieszczestwa i wzrywnyje raboty. Moskwa 1923 s. 1328—1331.

Przy zjeżdżaniu z góry wozy transportu powinny jechać jeden za drugim w odległości conajmniej 300 kroków.

Przejeżdżając w bród przez wodę, należy baczyć, aby nie zamoczyć materjałów wybuchowych.

Przez przejazdy kolejowe wolno przejeżdżać tylko za zezwoleniem najbliższych władz kolejowych (?!). Od najbliższego dróżnika należy dowiedzieć się, kiedy ma przechodzić najbliższy pociąg i, o ile prędko, to zatrzymać transport przed przejazdem w odległości conajmniej 100 sążni, jeżeli zaś pociąg ma przejść dopiero za $^1/_2$ godziny lub więcej, to przejechać przez tor, poczem transport można zatrzymać dopiero po odjechaniu conajmniej 100 sążni od toru.

Przewożąc materjały wybuchowe podczas gorących słonecznych dni, należy często sprawdzać, czy skrzynki i beczki z materjałami wybuchowemi nie porozsychały się, i w razie potrzeby obręcze beczek ostrożnie pobijać drewnianym młotkiem, a rozsypane materjały wybuchowe usuwać starannie z wozów i z drogi.

Osie wozów powinny być zawsze dobrze nasmarowane.

Wozy z materjałami wybuchowemi należy kierować, w miarę możności, drogami niebrukowanemi. Jechać należy stępa, z prawej strony drogi. Dwoma wozami wrząd jechać nie wolno.

Na każde 3 wozy musi być conajmniej jeden furman, który winien być stale przy swoich wozach. Konie jednego furmana powinny być przywiązane do wozów, idących na przedzie, postronkami długości najwyżej jeden sążeń.

Przy karmieniu nie należy koni przywiązywać do wozów, a wyprząc je i odprowadzić nabok od drogi.

Podczas postojów należy sprawdzać wozy i pakunki, czy są one w należytym stanie, i usunąć spostrzeżone niedokładności, nie przekładając jednak bez rzeczywistej potrzeby skrzyń i beczek z materjałami wybuchowemi z jednego wozu na drugi.

Eskorta transportu na noclegach i postojach nie powinna krzywdzić ludności miejscowej, nakładać na nią jakichkolwiek bądź ciężarów, brać od niej cokolwiek bez zapłaty, upijać się i t. p. (!).

Przytoczone przepisy rosyjskie, podobnie do obowiązujących w Rosji przepisów przewozu materjałów wybuchowych statkami i barkami, pozostawiają wiele do życzenia.

Nakazany sposób mijania przejazdów kolejowych „trąci myszkę", a zastrzeżenia w sprawie zachowania się eskorty transportu

na postojach—w przepisach przewozu materjałów wybuchowych—wyglądają trochę dziwnie.

Z austrjackich przepisów przewozu materjałów wybuchowych furmankami posiadam tylko przepisy z 1877 roku, uzupełnione w 1883 roku [47]). Pomimo swego wieku pod względem opracowania stoją one jednak znacznie wyżej od przytoczonych przepisów rosyjskich. Wskazane przepisy austrjackie głoszą:

Materjały wybuchowe, przeznaczone do wysyłki, winny być opakowane w drewnianych skrzynkach lub beczkach o pojemności najwyżej 25 kg. netto. Naczynia te powinny być bez metalowych części, z drewnianemi pokrywami na drewnianych gwoździach.

Do otwierania i zamykania naczyń z materjałami wybuchowemi nie wolno używać narzędzi żelaznych, a wyłącznie drewniane lub miedziane.

Pakować, wypakowywać lub przepakowywać materjały wybuchowe wolno tylko zewnątrz magazynów. Przy magazynie pojemności ponad 100 kg. materjałów wybuchowych powinna być osobna pakownia w obwałowaniu magazynu, oddzielona od niego wałem o wysokości 2 m. i szczycie szerokości 0,3 metra.

Materjały wybuchowe nitroglicerynowe i t. p., o ile nie podpadają pod specjalne przepisy, winny być przesyłane w postaci nabojów, w tutkach z papieru pergaminowego, dokładnie zawiniętych, nie przepoconych i wolnych zewnątrz od zanieczyszczeń materjałów wybuchowych.

Materjały wybuchowe muszą być ułożone w naczyniach szczelnie — w sposób, zabezpieczający je od tarcia i t. p. Naczynia z materjałami wybuchowemi nitroglicerynowemi wyściela się i uszczelnia ziemią okrzemkową lub opiłkami drzewnemi.

Naczynia z materjałami wybuchowemi winny być oplombowane i posiadać napisy, wskazujące nazwę materjału wybuchowego,

---

[47]) Verordnung der Ministerien des Innern, des Handels, des Ackerbaues, der Finanzen und der Landesvertheidigung einverständlich mit dem Reichs-Kriegsministerium vom 2 Juli 1877, R. G. Bl. Nr. 68, womit gewerbliche und sichercheitspolizeiliche Bestimmungen für die Erzeugung von Sprengmitteln und den Verkehr damit erlassen werden (mit den durch die M. B. vom 22 September 1883, R. G. Bl. Nr. 156) getroffenen Abänderungen — p. Handausgabe der österreichischen Gesetze und Verordnungen. Heft 136. Das Pulvermonopol in Österreich-Ungarn und die Vorschriften über die Erzeugung und den Verkehr von explosiven Stoffen, von Waffen und Munitionsgegenständen. Bearbeitet von Dr. Alois Jahn im Vereine mit Eugen Ritter Schlesinger v. Benfeld — Wien. 1902.

wytwórnię i datę wyrobu, a, w razie potrzeby, i krótki opis sposobu otwierania i zamykania danych naczyń.

Materjały wybuchowe w ilościach ponad 0,5 kg. mogą być przewożone tylko za listami przewozowemi i w przepisowem nieuszkodzonem opakowaniu. Mniejsze ilości, przeznaczone do celów badawczych, wyjątkowo mogą być przesyłane w opakowaniu innem. W wypadkach tych jednak, o ile wysyłkę uskutecznia nie urząd państwowy, wymagana jest każdorazowa zgoda na to przedsiębiorstwa przewozowego. Próbki muszą być opakowane wtedy w sposób, skutecznie zabezpieczający materjał od rozsypania się i zasadniczo zgodnie z wyżej przytoczonemi przepisami opakowania.

Nitroglicerynę, jako taką i w roztworach, wolno przewozić tylko za specjalnem zezwoleniem Ministerstwa Spraw Wewnętrznych w porozumieniu z Ministerstwem Handlu i na specjalnie ustalonych każdorazowo warunkach.

Furmanki wolno załadowywać materjałami wybuchowymi najwyżej do 80% ich siły nośnej, przyczem obciążenie brutto poszczególnych wozów w żadnym wypadku nie powinno przewyższać 2.000 kg.

Wozy należy wyścielać rogożami, pakunki układać na nich szczelnie, przewiązując je sznurami (nigdy łańcuchami) i pokrywając z wierzchu brezentem lub t. p. Wszelkie żelazne części wozów, które podczas transportu mogłyby wejść w styczność z pakunkami, zawierającemi materjały wybuchowe, należy owinąć pakułami, słomą lub szmatami.

Na każdym wozie na wypadek pożaru powinno być naczynie z wodą pojemności conajmniej 1 hektolitr i wiadro.

Załadunek, wyładunek i przepakowywanie materjałów wybuchowych należy uskuteczniać, o ile możliwe, w dzień. Przy pracach tych w nocy należy stosować lampy bezpieczeństwa lub latarnie, zaopatrzone w szyby z siatką drucianą.

Pakunków z materjałami wybuchowemi nie wolno jest toczyć, przesuwać i rzucać, należy je podnosić i przenosić.

Na wozach z materjałami wybuchowemi nie wolno przewozić osób postronnych. Wozy te powinny być zaopatrzone w czarne flagi. Jechać z materjałami wybuchowemi należy tylko stępa.

Przy transporcie materjałów wybuchowych w ilościach ponad 100 kg. oprócz woźnicy musi być przy wozie jeszcze jeden odpowiednio wyszkolony człowiek. Człowiek ten powoduje gaszenie względnie osłanianie ogni przy drodze, po której jedzie transport,

a o ile to jest niemożliwe, zastosowuje wszelkie rozporządzalne środki w celu zabezpieczenia transportu od niebezpieczeństwa pożaru.

Personel transportu winien składać się z ludzi zaufanych. Personelowi temu (podczas transportu) nie wolno palić tytoniu.

Transport z materjałami wybuchowemi należy kierować po drogach dobrych z ominięciem, w miarę możności, zaludnionych miejscowości, odcinków o dużym ruchu i dróg, sąsiadujących z objektami, niebezpiecznemi pod względem pożarowym.

W miejscowościach, gdzie transporty z materjałami wybuchowemi chodzą regularnie, władze winny im wyznaczyć marszrutę, a ewentualnie i godziny przejazdów, i podać to do wiadomości ogółu mieszkańców danej okolicy. Jeżeli na pewnych odcinkach wskazane jest zachowanie szczególnej ostrożności, to transport z materjałami wybuchowemi winien przechodzić je pod eskortą policji. W tym celu należy zawczasu zawiadomić odnośne władze o terminie przejazdu transportu przez takie odcinki i o ilościach przewożonych materjałów wybuchowych.

Wozy, załadowane materjałami wybuchowemi, winny jechać jeden za drugim w odstępie 5 m (7 kroków), a, przejeżdżając przez zaludniane miejscowości, w odstępie 20 m (27 kroków).

Wozów z materjałami wybuchowemi nie należy zatrzymywać na postoje w osiedlach, przy zajazdach lub w pobliżu domów mieszkalnych. Przy transportach materjałów wybuchowych w ilościach ponad 500 kg zatrzymywać je należy w odległości conajmniej 500 m od tych objektów, a przy transportach mniejszych — w odległości minimum 100 m.

Podczas postojów wozy winny być pod dozorem.

W razie zepsucia się wozu lub uszkodzenia pakunków i rozsypania się materjału wybuchowego należy wyprząc konie i odprowadzić je na stronę, starannie obejrzeć wóz i usunąć niedokładności. Rozsypany materjał wybuchowy należy zebrać i rozsiać w polu obok drogi, wóz dokładnie oczyścić, a resztę materjału wybuchowego, pozostałą w uszkodzonem naczyniu, przesypać ostrożnie do zapasowego próżnego naczynia, które winno się znajdować na każdym wozie.

Materjałów wybuchowych nie wolno jest pod żadnym pozorem przewozić na jednej furmance łącznie z zapałami, z innemi materjałami łatwo zapalnemi lub podatnemi do eksplozji, z kamieniami i przedmiotami metalowemi.

Przytoczone przepisy austrjackie, wydane przed 50 laty, nie są tak szczegółowe i dostosowane do dzisiejszych pojęć jak omawiane wyżej przepisy niemieckie, nie zawierają jednak żadnych zastrzeżeń rażących lub grubo przestarzałych, jak to widzimy w przepisach rosyjskich. Godny uwagi w przepisach austrjackich wydaje mi się zwłaszcza punkt, nie podany w innych przepisach, a nakazujący wożenie pewnej ilości skrzyń zapasowych próżnych na wypadek uszkodzenia pakunków z materjałami wybuchowemi i konieczności przepakowania jednej lub paru skrzynek materjału w drodze.

Przepisów przewozu materjałów wybuchowych furmankami, obowiązujących w innych krajach, jako mało aktualnych — nie omawiam i przechodzę do przewozów następnym, więcej nowoczesnym środkiem lokomocji — przewozów samochodami.

Przepisy przewozu materjałów wybuchowych samochodami.

Wobec tego, że korzystanie z trakcji samochodowej przy przewozach materjałów wybuchowych datuje się stosunkowo od niedawna, sprawa tych przewozów w wielu krajach nie jest jeszcze należycie uregulowana, a w niektórych krajach wogóle niema jeszcze żadnych przepisów, omawiających warunki przewozu materjałów wybuchowych samochodami.

Poniżej omawiam szczegółowo odnośne przepisy policyjne niemieckie i przepisy wewnętrzne amerykańskiej firmy Du Pont de Nemours Co[48]). Są to jedyne przepisy, dotyczące przewozów materjałów wybuchowych samochodami, jakie udało mi się narazie otrzymać.

Przepisy policyjne niemieckie o warunkach przewozu materjałów wybuchowych samochodami ogłoszone są jako załącznik do wyżej omówionych niemieckich przepisów przewozu materjałów wybuchowych furmankami[49]).

---

48) Firma E. J. Du Pont de Nemours Co. produkująca w dużych ilościach prochy, dynamity i t. p., wspominana była na łamach Przeglądu Artyleryjskiego niejednokrotnie, p. Przegl. Artyl. t. IX s. 305. Wiad. Techn.-Art. Nr. 7 s. 857 i t. d.

49) p. Der Verkehr mit Sprengstoffen. Die reichs—und landesrechtlichen Vorschriften. Zusammengestellt von Dr. Ing. Denker. Berlin. Carl Heymanns Verlag 1930.

Przepisy te, poza przestrzeganiem ogólnych przepisów o ruchu samochodowym, [50]) nakazują przestrzeganie przytoczonych w poprzednim rozdziale artykułu przepisów przewozu materjałów wybuchowych furmankami z pewnemi nieznacznemi zmianami, wynikającemi z dostosowania się do odmiennego środka lokomocji, i uzupełniają powyższe wymagania przez przepisy specjalne (rozdziały B i C).

Przy przewozach materjałów wybuchowych samochodami ciężarowemi lub na przyczepkach tych samochodów obowiązuje więc przestrzeganie warunków, wyszczególnionych w przepisach przewozu materjałów wybuchowych furmankami w § § 1 — 10, 12, 14, 18 i 19. Z § 11 obowiązuje tylko ustęp, dotyczący znaków ostrzegawczych, §§ 13, 15, 16 i 17 odpadają, natomiast dochodzi § 17a— o następującem brzmieniu:

„Wyższe władze policyjne mogą wzbronić przewozu materjałów wybuchowych samochodami po pewnych drogach lub dopuścić go po tych drogach tylko warunkowo. Zakaz taki musi być ogłoszony w prasie urzędowej.

Szybkość jazdy samochodów, przewożących materjały wybuchowe, o ile inne przepisy nie wykazują szybkości mniejszej, nie powinna przewyższać 20 km na godzinę. Dla wozów ciężarowych o ciężarze brutto do 5,5 tonn i o oponach dętych wyższa władza policyjna może dopuścić szybkość jazdy do 30 km na godzinę".

Wspomniane przepisy specjalne rozdziałów B i C głoszą:

B. Przepisy specjalne dla samochodów ciężarowych o motorach spalinowych.

a) Materjały wybuchowe wolno jest przewozić na samochodzie, lub na przyczepce samochodu, lub na samochodzie i przyczepce jednocześnie [51]). Stosowanie do przewozu materjałów wybuchowyh samochodów z kilkoma przyczepkami dopuszczalne jest tylko wyjątkowo za specjalnem zezwoleniem wyższych władz policyjnych.

---

[50]) Przepisy te z dnia 5 grudnia 1925 roku podane są w HM Bl. I. s. 439.

[51]) Prochy dymne wolno przewozić na wozach o silnikach spalinowych odpowiednio urządzonych dopiero od dn. 28.II.1929 r. Uprzednio wolno je było przewozić tylko na przyczepkach. — p. Zeitschrift f. d. g. Schiess — und Sprengstoffwesen. Beilage der Aprilheft 1929.

b) Samochody i przyczepki, stosowane do przewozu materjałów wybuchowych, winny posiadać nadwozia zamknięte w postaci pudeł, szczelne i mocne, zrobione z desek grubości conajmniej 2 cm i dokładnie obite zewnątrz blachą żelazną ze wszystkich stron łącznie z dnem i wiekiem pudła. Proch czarny wolno przewozić na wozach motorowych tylko takich, które w tylnej ścianie budki kierowcy, jak również w ścianach bocznych i przedniej i w dnie pudła między ścianami drewnianemi a obiciem z blachy mają przekładkę azbestową grubości conajmniej 10 mm.

Wieko pudła samochodu może być odejmowane lub opuszczane, jeżeli zabezpieczone jest (po nałożeniu) dobre, szczelne połączenie jego z bocznemi ścianami pudła i jeżeli przewidziana jest specjalna zasuwa, nie dopuszczająca do opuszczania lub odejmowania wieka z zewnątrz.

c) Silnik z karburatorem powinien być na przedzie samochodu; od siedzenia kierowcy musi go oddzielać ścianka ochronna żelazna lub drewniana, obita od strony silnika grubą blachą żelazną.

d) Zbiornik benzyny powinien być pod siedzeniem kierowcy. Od blaszanej podłogi budki kierowcy powinna go oddzielać pewna przestrzeń próżna. Otaczające zbiornik ten siedzenie kierowcy winno być zrobione z mocnego twardego drzewa lub z drzewa miękkiego, obłożonego z zewnątrz tekturą azbestową i na to blachą żelazną. Tylna ściana budki kierowcy powinna być z blachy żelaznej lub z drzewa, obitego blachą żelazną i doprowadzona, o ile możliwe, jak najwyżej.

e) W przewodzie, łączącym zbiornik benzyny z karburatorem tuż przy zbiorniku powinien być kran, szybko i łatwo zamykany z siedzenia kierowcy. Otwór do napełnienia zbiornika należy przykryć wymienną gęstą siatką drucianą, zabezpieczającą od przenikania płomienia do zbiornika.

f) Przed siedzeniem kierowcy powinien być dobry szybkościomierz z wyraźnie oznaczoną najwyższą dopuszczalną szybkością — 20 km na godzinę.

g) Samochód i przyczepka muszą posiadać dobre resory i dobre ogumienie kół.

h) Połączenie przyczepki z samochodem powinno być elastyczne, dające się szybko i łatwo rozłączyć.

i) Każdy samochód powinien byc zaopatrzony conajmniej w dwie dobre gaśnice ręczne, jedną suchą i jedną mokrą, i w skrzynkę z suchym piaskiem lub t. p., rozmieszczone tak, aby wszystkie te środki przeciwpożarowe były stale pod ręką kierowcy w stanie zdatnym do użytku.

Celowe jest również zaopatrzenie samochodów w specjalne gaśnice samoczynne lub uruchamiane łatwo i szybko przez zwykły chwyt ręką. Zaopatrzenie w takie gaśnice nie uprawnia jednak do poniechania nakazanych gaśnic ręcznych.

O sprawności gaśnic ręcznych kierowca winien przekonać się przed każdym wyjazdem. Gaśnice te powinny być niewrażliwe na silne wstrząsy i nie zamarzać nawet przy silnych mrozach.

k) Oprócz kierowcy z każdym transportem powinien jechać jeszcze jeden człowiek, obznajmiony dobrze z własnościami przewożonych materjałów wybuchowych. Człowiek ten, o ile samochód idzie z przyczepką, winien zająć miejsce na przyczepce.

Podczas postojów, albo kierowca, albo towarzysz jego powinien stale pilnować wozu.

C. Przepisy specjalne dla samochodów o napędzie elektrycznym.

Przy samochodach o napędzie elektrycznym z przepisów rozdziału B obowiązują tylko punkty *f, g, h i k.*

Tyle mówią policyjne przepisy niemieckie.

Wspomniane wyżej przepisy firmy Du Pont sprawę tych przewozów i w szczególności sprawę utrzymania samochodów, przeznaczonych do przewożenia materjałów wybuchowych, traktują o wiele szerzej. Przepisy te [52]), poza wstępem, indeksem i t. p., zestawione w 120 paragrafach, za zezwoleniem firmy omawiam niżej dość szczegółowo. Pomijam tylko ostatnie 22 paragrafy, dotyczące utrzymania wozów o napędzie elektrycznym, gdyż wozy takie narazie są u nas mało rozpowszechnione.

---

[52]) Rules for the Maintenance and Operation of Motor Trucks, transporting Explosives. E. I. Du Pont de Nemours & Co Inc. Explosives Department. Wilmington, Delaware. Revised September 1, 1930.

Przepisy te głoszą:

Stwierdzonym faktem jest, że życie wozu jak również koszt jego napraw i użytkowania jest w ścisłym związku ze znajomością mechanizmu wozu przez kierowcę i ze staraniem, jakie on mu udziela. Wysokie koszty użytkowania i napraw wozu powstają przedewszystkiem z następujących powodów:

1. z braku należytego olejenia,
2. z niedokonania w należytym czasie niezbędnych małych reperacyj i przystosowań,
3. z nieuważnego i niedbałego prowadzenia wozu.

Zadaniem niniejszych przepisów jest pouczenie pracowników firmy o warunkach, niezbędnych do zachowania przy użytkowaniu wozów, służących do przewozu materjałów wybuchowych.

Magazynierzy, kierowcy wozów i dozorcy odpowiedzialni za załadunki i przewozy materjałów wybuchowych winni dokładnie obznajmić się z niniejszemi przepisami i ściśle je przestrzegać.

Przepisy ogólne.

1. Przepisy obchodzenia się, przechowywania i uskuteczniania dostaw materjałów wybuchowych, wydane przez firmę za L. 8770 — Y, przepisy przewozu materjałów wybuchowych i innych artykułów niebezpiecznych, wydane przez Międzystanową Komisję Handlową, i przepisy, podane niżej, winny być starannie studjowane i przestrzegane przez kierowców firmy, przewożących materjały wybuchowe.
2. Sporządzane przez Kierownictwo Ruchu firmy odpisy rozporządzeń Stanowych i przepisów lokalnych, dotyczących najwyższych dopuszczalnych szybkości jazdy, przewozu ładunków, ruchu drogowego, wystawiania na wozach znaków rozpoznawczych, znakowania wozów i t. p., winny być stale studjowane i przestrzegane przez kierowców.
3. Z wyjątkiem przedstawicieli Biura Bezpiecznego Transportowania Materjałów Wybuchowych i inspektorów stanowych lub miejskich, posiadających odpowiednie listy uwierzytelniające, nikomu, niezatrudnionemu w firmie, nie wolno wchodzić na wozy lub łodzie z materjałami wybuchowemi, przebywać na nich lub w pobliżu nich podczas załadunku i wyładunku, jak również jechać na zała-

dowanych wozach, przyczepkach lub łodziach. Odnośni pracownicy firmy na żądanie winni wykazać się należytemi upoważnieniami.

4. Na wozach z materjałami wybuchowemi powinno być tylu ludzi, ilu przewidują rozporządzenia i przepisy państwowe i firmowe. Przy wozie załadowanym powinien być stale conajmniej jeden człowiek. W razie konieczności opuszczenia wozu, niezaładowanego materjałem wybuchochowym, mechanizm wozu należy zamknąć, aby ktoś niepowołany nie mógł nim manipulować.
5. *Codziennie rano* przed wyjazdem z garażu należy napełnić chłodnicę czystą wodą, wolną od brudu i innych zanieczyszczeń.
6. Podczas mrozów, o ile nie stosuje się do chłodzenia silnika niskozamarzających roztworów i o ile garaż nie jest stale ogrzewany do temperatury powyżej 0^0 C, wodę w chłodnicy należy codziennie na noc spuszczać. W tym celu należy odetkać otwór do nalewania wody i otworzyć kurek spustowy komory wodnej silnika i chłodnicy i po spuszczeniu wody puścić w ruch na kilka minut silnik, aby go osuszyć z resztek wody, pozostałych na ściankach.
7. Przed wyjazdem z garażu podczas mrozu należy na odpowiedni przeciąg czasu puścić w ruch silnik, aby go ogrzać. Drzwi garażu powinny być przytem otwarte, aby wytwarzający się tlenek węgla miał ujście. Tlenek węgla jest to gaz bardzo trujący, a nie zdradzający swej obecności ani zapachem ani zabarwieniem. W zamkniętym garażu, obliczonym na jeden wóz, spaliny przeciętnego silnika zatruwają powietrze tlenkiem węgla w ciągu 3 minut.
8. Aby uniknąć potrzeby codziennego spuszczania wody z chłodnicy, należy podczas mrozów napełniać chłodnicę nie wodą, a mieszaniną wody z alkoholem lub mieszaniną Prestona [52]). Przed napełnianiem chłodnicy tą czy inną mieszanką należy uprzednio określić temperaturę zamarzania mieszanki przy pomocy hydrometru. Mieszankę alkoholową należy sprawdzać często w następstwie i utrzymywać ją stale w należytej proporcji, aby zabezpieczyć się od zamarzania jej. Przed pobieraniem z chłodnicy próbki

[53]) Składu chemicznego mieszanki Prestona nie udało mi się wyjaśnić.

mieszanki celem sprawdzenia jej gęstości hydrometrem i określenia temperatury zamarzania należy każdorazowo puścić w ruch na krótki czas silnik i dobrze wymieszać w ten sposób chłodzącą mieszankę. Temperatury zamarzania mieszanek alkoholowych są następujące:

skład mieszanki:		temperatura zamarzania:	
alkoholu;	wody:	stopnie Fahrenheita	stopnie Celsjusza
30 %	70 %	+ 10°	— 12°
35 „	65 „	+ 5°	— 15°
50 „	50 „	— 20°	— 29°
60 „	40 „	— 35°	— 37°

Dodanie do mieszanki alkoholowej 4 uncji (113,4 g) gliceryny powstrzymuje nieco parowanie alkoholu, zawsze jednak alkohol ulatnia się szybciej niż woda i, aby utrzymać wymaganą proporcję mieszanki, w pewnych odstępach czasu trzeba do niej dolewać alkoholu.

Mieszanka Prestona jest kosztowniejsza od mieszanki alkoholowej, ale przy końcu okresu zimowego można ją spuścić z chłodnicy, przechować i stosować w ten sposób kilka lat.

Chłodnicę należy często i starannie sprawdzać, czy nie przecieka.

9. W miejscowościach o klimacie stosunkowo surowym stosuje się w miarę potrzeby zasłonę na froncie chłodnicy wozu, aby woda szybciej ogrzewała się. Zatrzymując wóz dla załadunku lub wyładunku należy przy mrozie przykryć maskę silnika i chłodnicę derką, a przy bardzo dużym mrozie utrzymywać silnik w ruchu na małych obrotach.
10. Biuro ruchu i magazynierzy winni dbać, aby co roku w odpowiednim czasie wyrobić prawo jazdy dla swoich wozów i kierowców.
11. Na wozach motorowych lekkich (pojemność $^1/_4$ tonny) na specjalnych wspornikach powinny być zawieszone po 3 gaśnice, stale gotowe do użytku: jedna gaśnica—w budce kierowcy, jedna — po prawej stronie nadwozia i jedna — po lewej, między budką kierowcy a pudłem załadowczem wozu.

   Wozy pojemności $^3/_4$ tonny i wyżej winny być zaopatrzone w 4 gaśnice, gotowe w każdej chwili do użytku: dwie — zawieszone w odpowiednich miejscach w budce

kierowcy, jedna — po prawej stronie nadwozia i jedna — po lewej, między budką kierowcy a pudłem wozu.

12. Gaśnice należy sprawdzać conajmniej raz na tydzień, odnotowując datę sprawdzenia ich w dziennym raporcie wozu.

13. Potrzebny komplet narzędzi należy stale wozić na samochodzie i baczyć, aby narzędzia były w stanie zdatnym do użytku. Za całość narzędzi, wydanych wraz z wozem, odpowiedzialny jest kierowca.

14. Specjalni inspektorzy winni od czasu do czasu sprawdzać wozy, ekwipunek ich i garaże, meldując do Biura Ruchu o wszystkich spostrzeżeniach, poczynionych podczas inspekcyj. Kierowcy wozów i magazynierzy winni być obecni przy tych inspekcjach i służyć inspektorom swą pomocą. Inspektorzy pouczają kierowców, jak należy obchodzić się z wozami, naprawiać je i utrzymywać w należytym stanie. Jeden odpis raportu z inspekcji pozostawia się kierowcy. Biuro Ruchu winno w ślad za inspekcją możliwie szybko doprowadzić uszkodzone wozy do normalnego użytkowego stanu.

15. Poza okresami załadunku i wyładunku drzwi wozów (pudeł załadowczych) winny być zamknięte, aby zapobiec kradzieży materjałów wybuchowych i dostawania się ich w niepowołane ręce.

16. Wszystkie czynne mechanizmy wozu takie, jak skrzynka przekładniowa, hamulce, resory, osie i t. d. należy dokładnie poznać i starannie sprawdzać.

17. Na wozie, w pobliżu niego i w garażu nie wolno jest palić ani pozwalać komukolwiek bądź na palenie.

18. W samochodzie, przy sobie i w garażu nie należy przechowywać zapałek i broni palnej.

19. Na wozie i w pobliżu niego należy stosować do oświetlenia tylko lampki elektryczne, zabezpieczone siatką drucianą, lub reflektory elektryczne. Wszystkie przewodniki zewnętrzne muszą być należycie izolowane gumą. Należy baczyć, aby przewodniki nie były poskręcane w drobne zwoje ani izolacja ich — uszkodzona. Wadliwe przewodniki należy naprawić lub zastąpić bezwłocznie dobremi.

20. Świec samochodowych i innych delikatnych części zapasowych nie należy przechowywać razem z kluczami, lewarkami lub w skrzynce z narzędziami.

21. Wydawanych przez wóz podczas jazdy trzasków i pisków nie należy lekceważyć.
22. Wozów nie wolno załadowywać ponad ich siłę nośną, wypisaną na nadwoziach. Materjały wybuchowe wolno wozić tylko w pudle samochodu.
23. Należy studjować sposoby ładowania i w miarę możności załadowywać wozy tak, aby pakunki z materjałami wybuchowemi nie mogły się zruszać podczas transportu.
24. Spłonek detonujących i zapalników elektrycznych nie wolno przewozić na jednym wozie łącznie z materjałami wybuchowemi.
25. Przewożąc materjały wybuchowe, należy w miarę możności omijać ruchliwe drogi, ulice, któremi chodzą tramwaje i t. p.
26. Kiepskich dróg, o ile możliwe, należy unikać, gdyż złe drogi powodują wysokie koszty napraw samochodu i skracają jego życie.
27. Przewożone materjały wybuchowe należy zabezpieczyć od wpływów atmosferycznych i od wilgoci.
28. Wydawać materjały wybuchowe należy tylko osobom, uprawnionym do przyjmowania ich i kwitowania z odbioru.
29. Pod nazwą „wypadek" rozumie się w niniejszych przepisach wszelkie straty materjalne lub uszkodzenia, spowodowane w wozach lub innej własności firmy i osób obcych, jak również uszkodzenia cielesne personelu firmy i osób obcych.
30. W razie jakiegokolwiek bądź wypadku, spowodowanego przez wóz firmy, należy postępować w następujący sposób:
    1. Jeżeli wypadek wywołał straty w ludziach lub własności nie firmy, to należy wypełnić 4 egzemplarze meldunku na blankietach Towarzystwa Ubezpieczeń Etna i wysłać przez pocztę lub dostarczyć osobiście jeden egzemplarz do najbliższego oddziału Tow. Ubezpieczeń Etna, a trzy pozostałe egzemplarze — do Biura Ruchu firmy. Biuro Ruchu dwa egzemplarze tego meldunku winno przesłać do Wydziału Magazynów i Dostaw firmy.
    2. O ile wypadek wywołał straty tylko w wozach, innej własności lub w personelu firmy, to należy na blankietach Tow. Ubezpieczeń Etna wypełnić 3 egzemplarze meldunku i przesłać wszystkie do Biura Ruchu, które dwa egzemplarze przesyła dalej do Wydziału Magazynów i Dostaw.

3. Biuro Ruchu po otrzymaniu meldunku o wypadku przygotowuje w 3 egzemplarzach raport podług wzoru, ustalonego przez Instytut Wytwórców Materjałów Wybuchowych; jeden egzemplarz tego raportu zatrzymuje u siebie, a dwa — przesyła do Wydziału Magazynów i Dostaw.

31. W opisie wypadków należy zawsze przytaczać szczegółowo przyczyny wypadku, straty firmy i osób obcych, spowodowane przez wypadek; nazwiska i adresy świadków wypadku, jak również nazwiska, adresy i uszkodzenia osób obcych. Na odwrocie opisu należy podać szkic, wyjaśniający, w jaki sposób zaszedł wypadek.

32. W razie wypadku z pracownikiem firmy, osobisty meldunek o uszkodzeniu podług wzoru 20184 i raport ze wstępnych oględzin lekarskich winny być sporządzone w 3 egzemplarzach i przesłane do Biura Ruchu, które po dwa egzemplarze każdego z tych meldunków przesyła do Wydziału Magazynów i Dostaw.

33. Jeżeli wóz przekazywany jest innemu kierowcy, to obaj kierowcy, tak oddający wóz jak i przyjmujący go, winni wspólnie dokonać oględzin wozu i przygotować w 2 egzemplarzach kwit odbiorczy, wyszczególniając w nim wszystkie narzędzia i ekwipunek wozu, uszkodzenia, zużycia, obluzowanie części i inne szczegóły, wymagające zwrócenia na nie uwagi odrazu lyb przypuszczalnie wkrótce. Kwit odbiorczy winien być podpisany przez obu kierowców. Jeden egzemplarz kwitu przesyła się do Biura Ruchu, a drugi — zatrzymuje kierowca, przyjmujący wóz.

Dzienne raporty o wozach motorowych.

34. Wszyscy magazynierzy i kierowcy wozów winni wypełniać codziennie raporty o wozach w 3 egzemplarzach według wzoru 12370, przesyłając oryginały i duplikaty do Biura Ruchu i zatrzymując u siebie trzecie egzemplarze. Biuro Ruchu zatrzymuje duplikaty, a oryginalne raporty przesyła codziennie do Wydziału Magazynów i Dostaw.

35. Zaczynając od pierwszego wyjazdu w styczniu każdego roku, raporty każdego wozu numeruje się od Nr. 1 kolejno przez cały rok kalendarzowy.

36. Jeżeli wóz przekazywany jest z jednego miejsca na drugie, to kierowca winien zapamiętać liczbę ostatniego raportu i na

pierwszym raporcie z nowego miejsca podać liczbę następną tak, aby kolejność raportów wozu została zachowana.

37. Przy każdym kursie wozu do magazynu lub z magazynu należy wykazać w odpowiedniej rubryce raportu ilość mil danego kursu, ilość przewiezionego materjału i numery pokwitowań z dostawy lub listów przewozowych, należycie zestawionych tak, aby pokrywały się one z ilością materjału, załadowanego do magazynu.

Jeżeli wóz wykona jednego dnia więcej niż 7 kursów, to wykaz dodatkowych kursów należy podać w uwagach.

38. Jeżeli licznik wozu jest zepsuty, to w raporcie dziennym należy wpisać ilość mil poszczególnych kursów obliczonych w przybliżeniu, a licznik oddać natychmiast do reperacji.

39. W raporcie dziennym wozu w rubryce „na dostawach" należy wykazywać rzeczywisty pełny czas, zużyty na dostawy wraz z jazdą tam i z powrotem (a nie tylko czas samej jazdy).

40. W rubryce „przy wozie" należy podawać czas, zużyty na kontrolę wozu, olejenie i naprawy. Rubrykę te wypełnia się codziennie, niezależnie od tego, czy wóz jest w ruchu na dostawach, czy stoi bezczynnie w garażu.

41. W rubryce „benzyna i smary" podaje się ilości tych materjałów, pobrane danego dnia, nie wymieniając, czy zużyto je w całości czy tylko częściowo.

42. Jeżeli wóz dojdzie do stanu nieprzydatności na okres dłuższy od jednego dnia, to w ostatnim raporcie w rubryce „uwagi" należy podać przewidywany czas jego nieprzydatności i nie składać dalszych raportów o wozie, chyba że wykonywane są przy nim prace, wskazane w pkt. 40.

43. Jeżeli wóz oddano do naprawy w warsztacie, lub pozostawiono do naprawy w garażu, to należy zestawić normalny raport z podaniem, gdzie wóz znajduje się i jakiej reperacji on wymaga.

44. Jeżeli wóz użyty był nie do dostaw, a do innych celów, to w raporcie dziennym należy to wykazać, podając, jakie mianowicie zadanie wóz spełniał.

45. Miejscowe zakupy części zapasowych do naprawy wozu powinny być wykazane w raporcie w rubryce „Różne".

46. Kierowca winien sprawdzać swój wóz codziennie i wypełniać wszystkie rubryki raportu wzór 12370.

47. O usunięciu starych opon i założeniu nowych należy meldować w odnośnej rubryce raportu dziennego wzoru 12370.

Przepisy jazdy.

48. Kierowca wozu, przewożący materjały wybuchowe, przed głównym traktem lub ruchliwą drogą publiczną winien zatrzymać wóz i nie wjeżdżać na trakt, dopóki nie przekona się, że droga jest wolna.

49. Przed przejazdem kolejowym należy stanąć, rozejrzeć się i przysłuchać, czy nie nadchodzi jaki pociąg lub parowóz, i przejeżdżać przez tor po całkowitem upewnieniu się, że droga jest wolna.

50. Przez przejazd kolejowy nie należy nigdy przejeżdżać z dużą szybkością ani bezpośrednio po przejściu pociągu, gdyż z przeciwnej strony może niepostrzeżenie zbliżać się drugi pociąg.

51. Przed zawróceniem, zatrzymaniem wozu lub zmianą szybkości należy podać sygnał kierowcom wozów, jadącym ztyłu.

52. Nie należy jeździć z nadmierną szybkościa ani nadawać silnikowi zbyt dużej ilości obrotów, gdyż powoduje to odkształcenia materjału metalowych części wozu i skłonność do łamania się resorów, osi i t. p., co pociąga za sobą wysokie koszty reperacji, a poza tem pozbawia możności panowanie nad wozem i grozi niebezpieczeństwem wypadku, czego przy transporcie materjałów wybuchowych należy bezwzględnie unikać.

Nie należy próbować samemu ani pozwalać komukolwiekbądź zmieniać ustawienia regulatora obrotów silnika.

53. Po śliskiej drodze nie należy jechać na los szczęścia bez założenia łańcuchów.

54. W razie wątpliwości, czy dany zabieg przy załadunku, wyładunku, przewozie lub manipulacji z materjałami wybuchowemi jest celowy, zawsze należy wybierać sposób więcej bezpieczny i nie zwiększać bez potrzeby ryzyka.

55. Najwyższe dopuszczalne szybkości dla przewożących materjały wybuchowe wozów firmy są następujące:

a) dla wozów pojemności 1½ tonny i wyżej, na pneumatykach — 26 mil (41 km) na godzinę;

b) dla wozów pojemności 1 tonna i mniej, na pneumatykach — 30 mil (48 km) na godzinę;

c) ponato obowiązuje przestrzeganie przepisów stanowych i rozporządzeń lokalnych, ustalających maksymalną szybkość samochodów w danej miejscowości. [54]

---

[54]) Samochody osobowe w Stanach Zjedn. mogą na szosach rozwijać szybkość najwyżej do 45 mil (72 km) na godzinę.

56. Nie należy pozwalać silnikowi pracować przez dłuższy przeciąg czasu na późnym zapłonie, gdyż zużywa się przez to nadmierne ilości benzyny, może to wywołać przegrzanie silnika i powoduje szybkie tworzenie się osadu węglowego, jak również rozcieńczenie się smaru.

57. Nigdy nie należy zwiększać szybkości u podstawy wzgórza, w celu przejechania przez szczyt z dużą szybkością, lub przechodzić na wyższy bieg podczas gdy silnik zwalnia tempo, w wypadkach tych należy stosować zawsze biegi niższe. Pierwszy i drugi biegi są przewidziane właśnie w tym celu, jako więcej dogodne w tych wypadkach tak dla wozu, jak i dla kierowcy.

58. Wóz należy stale mieć pod obserwacją. Przed wozem — na drodze i obok drogi — należy szczególnie baczyć na dzieci, pamiętając, że mogą one niespodzianie wyskoczyć na drogę szybciej, niż wóz da się zatrzymać w swym biegu.

59. Zatrzymywać wóz należy stopniowo. Nagłe i gwałtowne hamowanie może spowodować wypadek, szybko niszczy hamulce i opony i wywołuje nadmierną pracę wszystkich części wozu.

60. Zjeżdżając z górki, należy do hamowania wozu korzystać z pomocy silnika, zamykając dopływ benzyny i nie wyłączając sprzęgła. W ten sposób unika się potrzeby hamowania wozu na śliskich odcinkach i mniej zużywa się hamulce.

61. Po bardzo stromej pochyłości należy zjeżdżać na pierwszym lub drugim biegu, hamując w ten sposób wóz.

62. Puszczanie wozu, aby zjeżdżał on z górki własnym ciężarem, jest niedopuszczalne, jako niebezpieczne i sprzeczne z przepisami prasowemi.

63. Do ramp załadowczych należy doprowadzać wozy ostrożnie, wykorzystując odpowiednio hamulce. Rampy zbudowane są na to, aby załadowywać z nich materjały na wozy; ale nie jako słupy lub ściany do obijania o nie wozów.

64. Aby nie zużywać bez potrzeby benzyny, nie należy pozwalać silnikowi na szybkie obroty przy ruszaniu, zatrzymywaniu lub przy postoju wozu.

65. Należy upewnić się, że karburator jest należycie wyregulowany. Płomień wybuchu nie spala w zupełności oleju, przedostającego się zwykle do komory wybuchowej, o ile mieszanka jest tak bogata, że brak w niej powietrza do skonsumowania

całego materjału palnego. W wypadku tym wytwarza się węgiel wskutek niecałkowitego spalania oleju i benzyny. Aby zużycie benzyny na milę drogi było minimalne, wyregulowanie karburatora należy stale sprawdzać, dostcsowując się ściśle do odnośnych instrukcyj, wydanych przez wytwórnię danych samochodów.

66. Aby zapewnić sobie należyte spalanie mieszanki gazowej, wyregulowanie karburatora należy sprawdzać dwa razy do roku: na wiosnę i w jesieni. Tak zbyt bogata, jak i zbyt biedna (w materjał palny) mieszanka powoduje nienależyte funkcjonowanie silnika.

67. Zmniejszenie zużycia paliwa lub większy przebieg wozu na galon benzyny można osiągnąć, nie puszczając przy zimnej pogodzie wozu w ruch, dopóki silnik nie ogrzeje się; unikając nadmiernego stosowania tłumika podczas jazdy; ruszając powoli i zwiększając dopływ gazu w miarę zwiększania szybkości; zmniejszając dopływ gazu przy zatrzymywaniu wozu w miarę spadku szybkości; wyregulowując karburator tak, aby można było stosować, o ile możliwe, jak najbiedniejszą mieszankę gazową; utrzymując przewody benzynowe w stanie czystym, a połączenia elektryczne, dociśnięte i czyste i bacząc aby hamulce nie zacierały się, pierścienie tłoka nie były obluzowane, dopływ smaru do wszystkich ruchomych części był należyty i opony należycie napompowane.
Przestrzeganie tych warunków zabezpiecza następujące przebiegi na 1 galon (3.785 litra) benzyny:

przy wozie	500 funt.	(225 kg)	— 21 mil na galon	(około 9 km	na 1 L.);
„	2000 „	(900 kg)	— 15 „	(„ 6,3	„);
„	3000 „	(1350 kg)	— 11 „	(„ 4,6	„);
„	4000 „	(1800 kg)	— 7 „	(„ 3	„).

Utrzymanie wozu i piecza nad nim.

68. Do każdego wozu dołączona jest zawsze książka, zawierająca instrukcje obchodzenia się z wozem i tablica olejenia wozu. Magazynierzy i kierownicy winni przestudjować te instrukcje aż do zupełnego opanowania ich i ściśle je przestrzegać, a w następstwie od czasu do czasu przy sposobności przeglądać je i sprawdzać, czy nie przeoczyli lub nie zapomnieli czego z powyższych instrukcyj.

69. Olej musi być dostosowany do warunków klimatycznych i pory roku — przy chłodach najlepsze wyniki daje olej lekki, rzadki (t. zw. zimowy).

70. Wszystkie smarownice należy wypełniać dobrym smarem i dokręcać aż do oporu lub wtłaczać smar, dopóki pompka nie zostanie odepchnięta. Smar należy używać dobry i nadmiar jego, występujący z łożysk lub smarownic, wycierać, aby nie gromadził się tam brud.

71. Otwory i gniazda na olej należy wypełniać kilkoma kroplami oleju maszynowego, a na zewnętrzne połączenia ruchome puszczać po parę kropli oleju i rozprowadzać go po nich.

72. Zbiornik benzyny należy napełniać codziennie po południu, wracając do garażu. (Jeżeli powrót do garażu odbywa się późno, pociemku, to należy napełniać zbiornik następnego dnia rano). Zbiornik oleju należy napełniać do należytego poziomu. Według wskaźnika na przedniej desce należy sprawdzać, czy pompka olejowa działa należycie.

73. Przed napełnianiem zbiornika benzyną, zawsze należy zatrzymać silnik. Napełniać zbiornik należy ostrożnie, nie rozlewając benzyny.

74. Silnik, maskę ochronną, podwozie, jak również spód platformy lub pudła wozu i spód budki kierowcy należy oczyszczać od nadmiaru smaru i od brudu. Nadmiar smaru na silniku, podwoziu i spodzie platformy i budki kierowcy zagraża niebezpieczeństwem pożaru.

75. Wracając do garażu z jazdy po błotnistej drodze, należy, o ile to możliwe, wymyć wóz natychmiast, przed zaschnięciem błota, gdyż po zaschnięciu trudniej je usunąć. Tłuste lub brudne plamy na wozie można usunąć przy pomocy mydła, bacząc, aby całe użyte mydło zmyć przed jego zaschnięciem. Jeżeli na wozie występują jakiekolwiek odbarwienia, to, stosując lakier Duco Nr. 7, należy doprowadzić odbarwiane miejsca do należytej barwy i połysku.

Jeżeli garaż danej wytwórni nie jest zaopatrzony w wodę, to w miarę możności należy zajechać do garażu publicznego, gdzie za opłatą kierowca winien należycie obmyć wóz.

76. Akumulator należy często sprawdzać, czy płyn należycie pokrywa płyty, a elektrolit, niezależnie od tego, czy akumulator jest w użyciu czy nie, — badać okresowo hydrometrem. W razie oznak wyczerpania akumulatora należy go oddać do

odpowiedniego zakładu celem ponownego naładowania. Wszystkie połączenia akumulatora i końcówki należy trzymać dociśnięte i w stanie czystym.

77. Akumulator, pozostawiony w stanie nienaładowanym, szybko psuje się, staje się niezdatnym do użytku, a przy mrozach zamarza. Szczególnie przy zbliżaniu się chłodów należy baczyć aby akumulator był należycie naładowany.

78. Codziennie należy kontrolować cały wóz, dociągając wszystkie obluzowane nakrętki, sworznie i t. p.

79. Cały kierowniczy system wozu należy często sprawdzać, bacząc, czy połączenia nie obluzowały się i czy brud nie utrudnia swobody ruchów systemu. Jeżeli system kierowniczy nie funkcjonuje należycie, to nie należy wyjeżdżać z garażu.

Pokrętła kierownicy nie należy obracać, gdy wóz stoi w miejscu, gdyż wywołuje to nadmierny wysiłek wszystkich połączeń systemu kierowniczego, ściera opony i z czasem może spowodować powstanie luzów w ślimaku i wycinku uzębionym.

80. Należy często kontrolować wszystkie przewody elektryczne, czy nie są one złamane i czy izolacja ich jest w porządku, czy końcówki nie są zardzewiałe lub wadliwe i czy nie zagrażają krótkie spięcia. Krótkie spięcia mogą wywołać pożar i uszkodzenie czynnych części silnika, jak również uszkodzenie rozrusznika i oświetlenia wozu. Uszkodzone przewodniki należy zastąpić natychmiast przez dobre lub, jeżeli uszkodzona jest izolacja, uszkodzone miejsca owinąć taśmą izolacyjną do czasu wymiany całych przewodników.

81. Zbiornik benzyny, przewody benzynowe, przyrząd zasysający (o ile jest) i karburator należy sprawdzać na szczelność i, jeżeli którykolwiek z nich przecieka, naprawiać natychmiast. Przewody benzynowe nie powinny nigdzie dotykać ramy, chyba że są tam należycie przymocowane. W przewodach benzynowych nie powinno być żadnych spojeń lutowanych lub połączeń na styk. W razie potrzeby należy założyć nowe przewody.

82. Rurociągi ssący i wydechowy jak również rurę wydechową należy sprawdzać, czy są one szczelne i, o ile nie, to naprawić natychmiast.

83. Hamulce należy sprawdzać codziennie przed wyjazdem z garażu. O ile ręczny i nożny hamulce nie działają sprawnie, nie

należy wyjeżdżać z wozem do pracy. Jeżeli taśma hamulca jest silnie zniszczona, to należy założyć nową taśmę i sprawdzić, czy wszystkie hamulce wyregulowane są jednakowo.

84. Jeżeli chłodnica, pompa wodna lub jakakolwiek bądź część systemu chłodzącego przecieka, należy ją natychmiast wyreperować.

85. Nie należy robić w wozie żadnych zmian, dodawać cokolwiek bądź do jego ekwipunku lub stosować oszczędzacze benzyny, świece, syreny i t. p. inne, niż zwykle stosowane na wozach firmy, nawet, jeżeli się otrzyma je wraz z wozem, ale bez odpowiedniego upoważnienia Wydziału Magazynów i Dostaw na te zmiany.

86. Wszystkie opony należy sprawdzać codziennie. Zakupywać opony należy według umownych wymagań i zaleceń Biura Ruchu tak, aby zakupy te mogły być zatwierdzone. Zapotrzebowując opony, należy się przygotować na podanie informacyj dotyczących: wyrobu i dokładnego wymiaru opon, rodzaju ich (czy mają to być balony czy kordy i jakie mianowicie) i wreszcie nazwy i numeru wozu, w którym opony mają być użyte.

87. Opony należy napompowywać do ciśnienia, zaleconego przez wytwórnię opon i utrzymywać to ciśnienie stale w granicach odchyleń $\pm$ 5 funtów od ciśnienia zaleconego. [55]) Opony przez to służą dłużej i wydatki na nie zmniejszają się.

88. Co 4 miesiące należy przenosić opony z prawych kół wozu na lewe i odwrotnie, a przy wozach, pozwalających na to, i opony z tylnych kół na przednie, a z przednich na tylne. Zapasowych opon nie należy wozić ani przechowywać w garażu w stanie bezczynnym dłużej niż 4 miesiące.

89. Opon nie należy przechowywać razem z benzyną i smarami, gdyż pod ich wpływem guma mięknie. Jeżeli wóz ma stać bezczynnie przez dłuższy przeciąg czasu, to opony należy zdjąć i przechowywać je w chłodnem ciemnem miejscu.

90. Kierowca winien być bardzo czujny na wszelkie, nawet małe, niedomagania i niedokładności przy prowadzeniu wozu i, jeżeli potrzebna jest jaka naprawa lub dopasowanie, musi dopilnować, aby wykonano to natychmiast.

---

[55]) Należy przypuszczać, że $\pm$ 5 funtów na cal kwadratowy, t. j. $\pm$ 0,35 kg/cm^2.

91. Należy pamiętać, że z wyglądu i zachowania się magazynierów i kierowców w drodze i przy dostawach, jak również z wyglądu i ekwipunku wozów — publiczność wyrabia sobie opinję o całej firmie.

Przepisy garażowe.

92. W celu zachowania czystości w garażu należy zrobić lub zakupić duże płaskie wanienki cynowe lub z żelaza galwanizowanego i umieścić je pod silnikiem i innemi częściami wozu, stojącego w garażu, aby skapywał w nie smar. Wanienki te należy czyścić codziennie.

93. Jeżeli garaż nie jest zaopatrzony w wodę, to w miarę możności i potrzeby należy wozy wprowadzać do garażu publicznego i tam za zapłatą należycie je obmywać.

94. Żadnych smarów i olejów jak również ścierek, szmat i t. p., przesiąkniętych smarami, nie należy pozostawiać na podłodze garażu, na wozach lub obok garażu. Szmaty i ścierki, nasycone olejem lub smarem, poza okresem bezpośredniego użycia ich, powinny być przechowywane stale w zamykającem się automatycznie naczyniu metalowem lub palone w odpowiedniej odległości od garażu.

95. Pieców w garażu nie wolno używać ani do przechowywania ani do palenia w nich zaolejonych szmat, jak również śmieci i innych odpadków. Śmiecie i odpadki należy wynosić z garażu i palić w bezpiecznej od niego odległości.

96. Narzędzi nie należy rozkładać na podłodze lub ławkach w garażu lub na wozach a, o ile są one w użyciu, przechowywać je w stanie czystym w skrzynkach na narzędzia lub na półkach w szafach. Części zapasowe po przesortowaniu i oczyszczeniu należy układać w skrzynkach i znakować tak, aby w razie potrzeby łatwo było znaleźć potrzebne w danej chwili części. Wszelkie stare żelastwo należy usunąć z garażu i utrzymywać garaż tak wewnątrz, jak i zewnątrz, w stanie schludnym i w porządku.

97. W razie rozlania benzyny z karburatora, zbiornika lub blaszanki podłogę należy wytrzeć do czysta i pootwierać wszystkie drzwi i okna przed puszczeniem silnika w ruch.

98. Jeżeli garaż posiada oświetlenie elektryczne, to należy baczyć, aby oprawki lampowe stale były zaopatrzone w należyte za-

rówki. Przewodniki przenośne winny być owinięte drutem i, o ile nie są w użyciu, rozłączone. Przewodniki te nie powinny być poskręcane w drobne zwoje, izolacja ich musi być w porządku. Wadliwe przewodniki należy natychmiast naprawić lub zastąpić przez przewodniki dobre.

Dalsze 22 paragrafy przepisów firmy Du Pont, jak wspomniano wyżej, omawiają warunki obchodzenia się z wozami o napędzie elektrycznym, ściślej mówiąc, z baterjami elektrycznemi, służącemi do napędu wozów. Paragrafów tych, jako mało aktualnych narazie dla nas, nie przytaczam tu.

W końcu powyższych przepisów podany jest wzór pokwitowania z odbioru ich przez kierowców i t. p. — następującej treści:

„Wzór 12903 E. I. du Pont de Nemours & Company, Inc.

Pokwitowanie.

Niniejszem potwierdzam odbiór przepisów z dnia 1 września 1930 roku o utrzymaniu i użyciu wozów motorowych. Przepisy te przeczytałem uważnie i obowiązuję się studjować je dalej aż do zupełnego opanowania i ściśle przestrzegać.

Podpis ....

Adres ....

Data odbioru ....

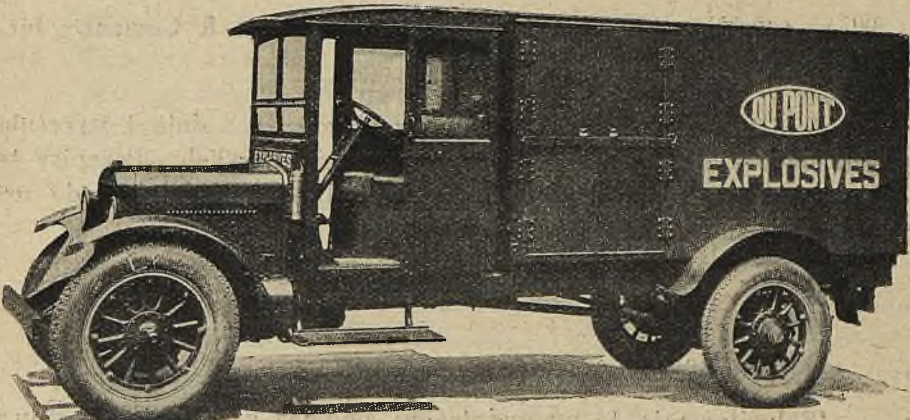
(Pokwitowanie to po podpisaniu podlega przesłaniu do Biura Ruchu celem dalszego skierowania go do Wydziału Magazynów i Dostaw w m. Wilmington, Delaware)".

Całość omawianych przepisów stanowi broszurkę formatu 19 $\times$ 12 cm o 21 stronach druku w okładce tekturowej. Na ostatniej zewnętrznej stronie okładki, figuruje napis: „W razie znalezienia uprasza się o nadesłanie pod adresem .... (nazwisko i miejscowość)". Szczegół ten, zdawało by się drobny, charakteryzuje jednak dokładność i drobiazgowość opracowania przepisów.

Firma Du Pont do przewozu materjałów wybuchowych i dostawy ich swym odbiorcom stosuje samochody od 1910 roku, ma więc już stosunkowo dużą praktykę w tej sprawie i wypróbowała wozy wielu wzorów. Jeden z ostatnich wzorów samochodu, używanego przez firmę specjalnie do przewozu materjałów wybucho-

wych, podaje rys. Nr. 7. [56]) Pudło załadowcze wozu posiada dobrze zamykane drzwi boczne, co umożliwia łatwą i stałą kontrolę ich przez kierowcę wozu lub jego towarzysza podróży. Na bocznych ścianach wozu widzimy rzucający się w oczy napis „Explosives" („Materjały wybuchowe") i znak firmy; na przodzie wozu również napis „Explosives", mniej już jednak dostrzegalny.

Samochód, przeznaczony zasadniczo do innych celów, używany do przewozu materjałów wybuchowych tylko dorywczo, przy przewozach tych według przepisów amerykańskich winien być zaopatrzony w plakaty z napisem „Materjały wybuchowe", umieszczone na bokach i ztyłu wozu, lub w rozpostartą czerwoną flagę o powierzchni 24 cale kwadratowe z białym napisem „Niebezpieczeństwo".



Rys. 7.

Po b. zaborze rosyjskim, jak wspomniano wyżej, nie odziedziczyliśmy żadnych przepisów przewozu materjałów wybuchowych samochodami, a tu właśnie po odzyskaniu Niepodległości powstało najwięcej wytwórni materjałów wybuchowych i amunicji i składnic amunicyjnych, stosujących obecnie coraz szerzej trakcję samochową do przewozu swych produktów. Brak przepisów urzędowych polskich, regulujących te przewozy, i nieznajomość odnośnych przepisów zagranicznych powoduje w wielu wypadkach mylne zapatrywania personelu wskazanych zakładów w tych sprawach. Wydzia-

[56]) Fotografję wozu zaczerpnięto z wydawnictwa „Du Pont Explosives Service Bulletin" z marca 1928 r. — p. artykuł W. I. Pumphrey'a o transporcie materjałów wybuchowych samochodami.

ły Ruchu zakładów tych i kierowcy samochodów, przewożący materjały wybuchowe i amunicję, uważają, że materjały te można przewozić bez żadnych ograniczeń albo też, że te lub inne ograniczenia powinny obowiązywać nie przewożących, a ludność osiedli, przez które przejeżdża samochód z materjałami wybuchowemi, i napotykane pojazdy. Do przewozów tych stosuje się pierwsze lepsze samochody, tak kryte jak i otwarte; konstrukcja i sprawność funkcjonowania tych samochodów jak również szybkość ich jazdy nie jest ograniczona żadnemi specjalnemi przepisami urzędowemi lub wewnętrznemi (poszczególnych zakładów), a jako główny środek zapobiegawczy wysuwane są przez odnośne zakłady wnioski wywieszania na tych samochodach pewnych znaków ostrzegawczych (w dzień — odpowiedniej flagi, a w nocy — latarni), na widok których napotykane pojazdy i ludność osiedli winny dawać im wolną drogą.

Ten sposób traktowania sprawy nie można uznać za racjonalny. Wywieszanie znaków ostrzegawczych na samochodach z materjałami wybuchowemi i wprowadzenie pewnych, nieznacznych zresztą ograniczeń dla samochodów i pojazdów konnych, napotykanych po drodze (jak nakaz zwalniania szybkości przy wymijaniu i t. p.), są naturalnie pożądane, główny jednak nacisk należy położyć na odpowiednie urządzenie i utrzymanie samochodów, przewożących materjały wybuchowe i amunicję, i na należyte prowadzenie ich, jak to widzimy w przytoczonych wyżej przepisach niemieckich i amerykańskich.

Wobec tego, że wydanie odnośnych przepisów ogólnych—urzędowych — może wymagać jeszcze dłuższego czasu, pożądane było by, zdaniem mojem, aby, nie czekając na nie, poszczególne zakłady i składnice amunicyjne jak również wytwórnie materjałów wybuchowych, posiadające własne samochody i wykorzystujące je do przewozów materjałów wybuchowych lub amunicji, opracowały szczegółowe wewnętrzne instrukcje dla swych kierowców, wzorując się na odpowiednich przepisach zagranicznych i dostosowując wymagania tych przepisów w miarę potrzeby i możności do warunków miejscowych. Uregulowało by to, choć częściowo, sprawę omawianych przewozów i ułatwiło by w następstwie opracowanie przepisów ogólnych — urzędowych, wydanie których nie będzie zresztą wykluczało potrzeby istnienia i dalszego ulepszania w odpowiednich zakładach przepisów wewnętrznych.

Ostatnio spotkałem się z zapytaniem, czy dopuszczalny jest przewóz materjałów wybuchowych i amunicji samolotami lotnictwa cywilnego i, o ile tak, to na jakich warunkach.

W ruchu samolotowym międzypaństwowym przewozy te wzbronione są konwencją, podpisaną w Paryżu dnia 13 października 1919 r., i ratyfikowaną przez Polskę dnia 23 września 1922 roku[57]. W obrocie wewnętrznym przewozy te teoretycznie są możliwe, literatura fachowa zagraniczna nie podaje jednak o nich najmniejszej wzmianki. Osobiście uważam, że tak ze względu na wysokie koszty przewozu (w porównaniu ze stosunkowo niskiemi cenami materjałów wybuchowych i amunicji, przy wysokim ciężarze), jak i ze względu bezpieczeństwa publicznego samoloty nie mogą wchodzić narazie w rachubę, jako jeden z normalnych środków lokomocji, stosowanych w praktyce do przewozu przemysłowych ładunków amunicji i materjałów wybuchowych.

Samoloty doby obecnej posiadają stosunkowo małą siłę nośną, dla bezpiecznego lądowania wymagają specjalnych lotnisk i narażone są często na przymusowe lądowanie, związane nieraz z pożarem lub eksplozją benzyny. Od czasu do czasu zdarzają się spadki samolotów na domy mieszkalne lub na ulice miast. W ostatnim roku mieliśmy trzy takie wypadki w Warszawie: dwa — na krańcach miasta i jeden — na dziedzińcu M.S.Wojsk., w bezpośredniem sąsiedztwie ulicy Marszałkowskiej i placu Zbawiciela, punktów bardzo ruchliwych i stale zatłoczonych pojazdami i publicznością. Zarządy większych miast ze względów bezpieczeństwa publicznego raz po raz występują z wnioskami wzbronienia samolotom przelotu nad miastem.

Każdy spadek samolotu, szczególnie połączony z pożarem benzyny, wywołuje ogromne wrażenie na obecnych i okoliczną ludność. Wrażenie to niewspółmiernie spotęgowało by się, gdyby zaczęły przytem występować jeszcze eksplozje amunicji lub materjałów wybuchowych, przewożonych na samolocie, nawet, przypuśćmy, amunicji małokalibrowej, najwięcej bezpiecznej ze wszystkich rodzajów amunicji. Po odpowiednio zabarwionym opisie takiej katastrofy w prasie codziennej wielu ludzi opanowywał by paniczny strach na samą myśl, że samolot przelatujący nad nimi, przewozi może materjały wybuchowe.

---

[57]) p. Dziennik Ustaw 1922 r. Nr. 85 poz. 761 — artykuł 26 konwencji.

Teodor Mente, [58]) zasłużony w dziedzinie materjałów wybuchowych fachowiec niemiecki, słusznie zwraca uwagę, że ogół, nie obznajmiony z własnościami materjałów wybuchowych, odczuwa wobec nich nadmierną, częstokroć nieuzasadnioną obawę, z którą w normalnym czasie należy się jednak liczyć. Wytwórnia materjałów wybuchowych lub ładunek tych materjałów przedstawia się często jako coś nadzwyczaj niebezpiecznego, zagrażającego w każdej chwili olbrzymią katastrofą, nawet tym ludziom, którzy jeżdżą samolotami lub samochodami z szaloną szybkością, operując gazem świetlnym, benzyną i t. p. i nie zastanawiają się przy tem, że zagraża to im rozbiciem, pożarem lub eksplozją. Fakt, że ruch uliczny w wielkich miastach pociąga za sobą rok rocznie setki i tysiące ofiar w zabitych i rannych [59]), uważany jest przez ogół, jako coś normalnego, nieuniknionego, będącego poniekąd dowodem wysokiego poziomu obecnej techniki. Jednocześnie każdą wiadomość o eksplozji w wytwórni, składnicy lub przy transporcie materjałów wybuchowych większość tegoż ogółu przyjmuje z pewną trwogą i z poczuciem, że stało się coś nadzwyczajnego i niedopuszczalnego.

Przy rozpatrywaniu zagadnienia przewozu materjałów wybuchowych i amunicji samolotami cywilnemi wzgląd ten, zdaniem mojem, należy mieć na uwadze i dopuszczać przewozy te tylko w wyjątkowo ważnych wypadkach, jak np. w razie konieczności terminowego dostarczenia materjału wybuchowego do danego miejsca w celu zażegnania niebezpieczeństwa, zagrażającego szerszemu ogółowi lub t. p. (Przewozy przez samoloty wojskowe amunicji, przeznaczonej do celów badawczych lub ćwiczebnych, winny się odbywać na podstawie specjalnych przepisów, uwzględniających jednak w miarę możności jak najszerzej bezpieczeństwo publiczności.

[58]) p. Die Herstellung der Sprengstoffe unter dem Gesichtspunkte des Schutzes der Arbeiter, der Nachtbarschaft und der Sicherheit des Betriebes. Von Theodor Mente. Carl Heymanns Verlag. Berlin, 1928.

[59]) W Nowym Yorku w 1926 roku wyłącznie wskutek wypadków samochodowych postradało życie 2.143 osoby i rannych zostało 67.820 osób (p. The World 1928), w Berlinie ruch uliczny w tym że 1926 r. spowodował 6.300 ofiar w ludziach (133 zabitych i 6168 rannych — p. T. Mente); w Warszawie według statystyki władz policyjnych i Pogotowia Ratunkowego ofiarami wypadków samochodowych i motocyklowych padło w 1929 r. — 50 osób zabitych i 790 rannych, a w 1930 r. — 50 zabitych i 912 rannych; ogólna ilość ofiar wypadków samochodowych, tramwajowych i kolejowych w Warszawie i w najbliższej okolicy Warszawy w 1929 roku wyniosła — 122 zabitych i 1.047 rannych, a w 1930 r. — 105 zabitych i 1.231 rannych.

Z przewozami temi ludność kraju, chcąc nie chcąc, musi się godzić, jako ze „złem koniecznem").

Sprawa przewozów samolotami przemysłowych ładunków materjałów wybuchowych i amunicji więcej może aktualna niż u nas, jest w krajach bardzo rozległych, jak Stany Zjednoczone A. P. lub Z. S. R. R. Nie spotkałem jednak żadnej wzmianki, aby tę kwestję załatwiono tam pozytywnie, a nawet, aby ją rozpatrywano. W Z. S. R. R., sądząc z odnośnych wydawnictw rosyjskich, nawet sprawa przepisów przewozu materjałów wybuchowych i amunicji samochodami pozostaje dotychczas niezałatwiona albo załatwiona może została dopiero w ostatnich czasach, o czem nie mam jeszcze wiadomości.

Reasumując powyższe, przypuszczam, że sprawa ustalenia warunków przewozu materjałów wybuchowych i amunicji samolotami linij lotniczych nie jest narazie specjalnie aktualną i że szczególnie u nas przy niezbyt rozległem terytorjum Państwa należy ją odłożyć do dalszej przyszłości z tem, że może z czasem, z rozwojem konstrukcyj samolotów, w szczególności z wynalezieniem i wprowadzeniem w użycie samolotów-helikopterów, mogących wznosić się i opuszczać pionowo i w ten sposób bezpiecznie lądować w każdem miejscu, — przewozy materjałów wybuchowych i amunicji drogą powietrzną znajdą zastosowanie i będą wymagały uregulowania ich przez specjalne przepisy.

Natomiast najpilniejszą u nas obecnie w omawianej dziedzinie, wydaje mi się sprawa należytego opracowania jednolitych dla całego kraju przepisów przewozu materjałów wybuchowych i amunicji samochodami, a następnie — ustalenie ewentualnie takichże przepisów międzypaństwowych, co sądząc z pertraktacyj w kwestji międzypaństwowych przewozów kolejami, będzie sprawą niełatwą do uzgodnienia.

W trakcie ogłaszania drukiem powyższego artykułu, dnia 17 grudnia 1931 r., wydano w Niemczech nowe przepisy przewozu kolejami sił zbrojnych i ich wyposażenia (Militär—Eisenbahn—Ordnung.[60]) Przepisy te dopuszczają przewozy amunicji i materjałów wybuchowych, stanowiących własność wojska, na specjalnych ulgowych warunkach, szczególnie przy użyciu wojska do celów ochrony wewnątrz kraju lub na granicach państwa. Zapoznanie się z temi przepisami będzie, przypuszczam, pożądane dla naszej służby uzbro-

[60]) p. Reichsgesetzblatt Nr. 28/1931 z 23.XII. 1931 r.

jenia i przyczyni się może w następstwie do opracowania i u nas więcej ulgowych przepisów dla wojskowych transportów amunicji i materjałów wybuchowych. Z tych względów pozwalam sobie powrócić jeszcze raz do transportów kolejowych, omówionych w pierwszej części niniejszego artykułu, i przytaczam niżej odnośne nowe przepisy niemieckie, dość zresztą krótkie i treściwe[61]).

Specjalne przepisy dla wojskowych transportów amunicji i materjałów wybuchowych.

Przepisy ogólne.

Przy przewozach amunicji i materjałów wybuchowych, stanowiących własność wojska, dopuszcza się następujące odchylenia i uzupełnienia w przepisach kolejowych, podanych w załączniku C dla materjałów klasy Ia (materjałów wybuchowych) i klasy Ib (amunicji) [62]):

Przyjmowanie do przewozu i wydawanie przesyłek amunicji i materjałów wybuchowych nie ogranicza się do specjalnych dni i pociągów.

Amunicja i materjały wybuchowe zasadniczo powinny być przyjmowane do przewozu i wydawane na wszystkich stacjach kolejowych, przy których oddziały wojskowe mają swe garnizony lub place ćwiczeń. Tylko w wypadkach gdy, wskutek braku odpowiednich urządzeń, materjałów tych nie można na danych stacjach ani załadowywać ani wyładowywać, powinny być wyznaczone do tego celu najbliższe od nich, odpowiednio wyposażone stacje.

Władze kolejowe dworców, nadających się do przyjmowania i wydawania przesyłanych materjałów wybuchowych tylko w ładunkach wagonowych, winny powiadomić o tem zainteresowane władze wojskowe.

Nadawane do przewozu materjały wybuchowe i amunicja zasadniczo powinny być dostarczane na miejsce załadunku na krótko przed odejściem wyznaczonego do przewozu pociągu. Wysyłające ładunek władze wojskowe powinny uprzednio uzgodnić termin nadania ładunku z zarządem odnośnej stacji kolejowej.

---

[61]) Podług odbitki, podanej w załączniku do czasopisma „Zeitschrift für des gesammte Schiess-und Sprengstoffwesen" Nr. 1 z 1932 r.

[62]) Załącznikowi C do przepisów niemieckich odpowiada w naszych przepisach kolejowych załącznik A — p. Taryfa towarowa kolei żelaznych Rzeczypospolitej Polskiej, część I A, wyd. 1931 r. s. 61.

Przewóz amunicji i materjałów wybuchowych w torbach i tornistrach żołnierskich.

W torbach i tornistrach żołnierze mogą przewozić tylko amunicję, należącą do przepisowego wyposażenia. Do wyposażenia tego należą także torby z materjałami wybuchowemi jak również z zapalnikami i spłonkami. Nie wolno jednak przewozić materjałów wybuchowych w jednej torbie razem z zapalnikami i spłonkami.

Granaty ręczne i karabinowe ze wstawionemi w nie spłonkami pobudzającemi wolno żołnierzom wieźć z sobą w torbach lub pękach tylko w tych wypadkach, gdy amunicja ta musi być w każdej chwili przygotowana do celów walki.

W pociągach osobowych uzbrojeni żołnierze winni być w miarę możności umieszczani w osobnych wagonach lub przedziałach.

Przewóz jaszczów amunicyjnych.

Pod nazwą „jaszcze amunicyjne“ rozumie się tu pojazdy wojskowe, skonstruowane specjalnie dla celów przewozu amunicji wojskowej i załadowane amunicją.

W jaszczach oprócz przedmiotów, przewidzianych w przepisach ich załadunku, powinna być tylko amunicja, stanowiąca wyposażenie wojska, w przepisowem opakowaniu.

Jaszcze amunicyjne podczas załadunku na wozy kolejowe i przewozu, aż do usunięcia ich z torów kolejowych muszą być starannie zamknięte.

Jaszcze wolno załadowywać na wozy kolejowe w miejscach załadunku innych pojazdów i podług przepisów, obowiązujących przy załadunku tych ostatnich.

Podczas postoju na stacji załadunku transport powinien być pod dozorem wartowników, wyznaczonych przez nadającą instytucję wojskową.

Wozy kolejowe przed załadowaniem na nie jaszczów muszą być oczyszczone od paszy, podściółki i inych łatwozapalnych materjałów i przedmiotów.

Nakazane przy przewozach drogami publicznemi wywieszanie na wozach z materjałami wybuchowemi flag z białą literą „P“ nie obowiązuje przy wagonach kolejowych, załadowanych jaszczami amunicyjnemi.

Przy dłuższym postoju na przejściowej stacji wagony z jaszczami należy odprowadzić na możliwie oddalony boczny tor. Jeżeli

przewiduje się postój dłuższy niż godzinny, to naczelnik stacji winien powiadomić o tem miejscowe władze policyjne.

Przy nadawaniu do przewozu jaszczów w ilości większej od jednego ładunku wagonowego nadająca instytucja wojskowa winna wyznaczyć dla transportu eskortę.

Z pociągami ruchu publicznego jaszcze amunicyjne przewozi się zgodnie z § 52 przepisów kolejowych)[63].

W pociągach ruchu publicznego wagony, załadowane jaszczami amunicyjnemi, winny być umieszczone o ile możliwe jak najdalej od lokomotywy, tak jednak, aby ztyłu za niemi było jeszcze 3 wagony, załadowane materjałami niełatwopalnemi, a przed niemi — co najmniej 4 takie wagony.

---

[63]) Paragraf ten głosi, że transporty wojskowe mogą być przewożone pociągami ruchu publicznego na podstawach poniższej tabeli przewozów, o ile nie przekracza się przez to dopuszczalnego obciążenia pociągu.

Tabela przewozu transportów wojskowych w pociągach ruchu publicznego.

Zawartość transportu wojskowego	Rodzaj pociągu ruchu publicznego			
	Pociągi ruchu osobowego o dodatkowych opłatach	Pociągi osobowe	Pociągi towarowe przyśpieszone	Pociągi towarowe
Oficerowie i żołnierze	Według przepisów i taryfy ruchu publicznego, o ile w taryfie wojskowej nie są przewidziane wyjątki.	Do 10 wagonów		Do 20 wagonów
Sprzęt wojskowy (włącznie z amunicją) i zwierzęta, należące do wojska	—	Do 5 wagon.	Do 10 wagon.	Do 20 wagonów
		Przy transporcie zwierząt obowiązują odnośne przepisy ruchu publicznego		
Materjały wybuchowe	—	Tylko w razie niebezpieczeństwa przy zwłoce w przewozie, w ilościach do 2 wagonów i w osobnych pomieszczeniach		Do 4 wagonów

W pociągach towarowych przyśpieszonych ilość wagonów transportu wojskowego może być przez władze kolejowe obniżona do 6 (zamiast 10), jeżeli przyjęcie większej ilości wagonów mogłoby spowodować wstrzymanie wysyłki towarów ruchu publicznego.

Na linjach, gdzie nie kursują pociągi towarowe, wolno przewozić wojskowe przesyłki materjałów wybuchowych w ilościach do 4 wagonów w pociągach osobowo-towarowych i w osobowych, przewożących towary.

O wysyłce transportu jaszczów amunicyjnych w pociągu ruchu publicznego stacja załadowania winna powiadomić stację przeznaczenia, a ta ostatnia — odbierający oddział wojskowy, podając mu przewidywany termin nadejścia transportu.

Z obrębu stacji wyładowania — zwłaszcza tam, gdzie rozkład torów i inne urządzenia stacji wymagają tego ze względów bezpieczeństwa — jaszcze amunicyjne powinny być zabrane szybko, najwyżej w ciągu 12 godzin dziennych po nadejściu transportu.

Przesyłek takich nie wolno magazynować, nawet przejściowo, w obrębie dworców lub w bezpośredniej bliskości z linją kolejową.

Jeżeli we wskazanym 12-godzinnym terminie transport z jaszczami nie jest odebrany, to należy go bezzwłocznie usunąć z dworca, przekazując w miejscach postoju oddziałów wojskowych dowódcy garnizonu, a w innych miejscach — lokalnym władzom policyjnym. Władze policyjne nie mają prawa nakazać zniszczenia takiej przesyłki, a winny skomunikować się z najbliższą władzą wojskową w celu zarządzenia ochrony transportu i przejęcia go.

Transporty jaszczów, nieodebrane w odpowiednim czasie przez oddziały wojskowe, użyte do ochrony wewnątrz kraju lub na granicach Państwa, nie podlegają przekazaniu miejscowym władzom policyjnym.

Pojazdy, niepodpadające według wyżej przytoczonej definicji pod pojęcia „jaszczów amunicyjnych", o ile są załadowane amunicją, wolno jest przewozić tylko pociągami wojskowemi. Na każdym wozie kolejowym, załadowanym takiemi pojazdami z amunicją bez pokrowców ochronnych, ze względu na bezpieczeństwo pożaru należy postawić wartownika—żołnierza.

W pociągach wojskowych wolno przewozić w każdej ilości jaszcze amunicyjne i inne pojazdy, załadowane amunicją, jednocześnie z ludźmi, zwierzętami i sprzętem wojskowym.

W pociągach wojskowych nie należy umieszczać wagonów, załadowanych jaszczami lub innemi pojazdami z amunicją, bezpośrednio za czynną lokomotywą lub przed nią. Pozostałe, przytoczone wyżej, zastrzeżenia w sprawie umieszczania tych wagonów w pociągach ruchu publicznego nie obowiązują w pociągach wojskowych.

Inne zastrzeżenia załącznika C do przepisów kolejowych, obowiązujące przy nadawaniu i przewozie artykułów, dopuszczonych do przewozu warunkowo, nie mają zastosowania przy nadawaniu i przewozie jaszczów lub innych pojazdów, załadowanych amunicją.

Przewóz amunicji i materjałów wybuchowych, załadowanych bezpośrednio do wozów kolejowych. Opakowanie tych materjałów.

W napisach, podających zawartość pakunków, oprócz nazw, odpowiadających wymaganiom załącznika C do przepisów kolejowych, można podawać również nazwy, stosowane dla danych artykułów w wojsku.

Nakazane przez przepisy kolejowe napisy i specjalne naklejki (rysunki bomb w czerwonym lub czarnym kolorze i t. p.) na poszczególnych pakunkach z amunicją lub materjałami wybuchowemi nie są wymagane przy wagonowych ładunkach wojskowych. Przy takich ładunkach wystarcza zaopatrzenie tylko odnośnych wagonów z obu stron w wymagane naklejki.

Nabite pociski bez zapalników wolno jest przewozić w wagonowych ładunkach w nieopakowanym stanie. Należy je tylko dobrze ułożyć i umocować w wagonie.

Przy użyciu sił zbrojnych do ochrony wewnątrz kraju lub na granicach wolno przewozić dla nich w wagonowych ładunkach również nabite pociski, zaopatrzone w zapalniki,—na tych samych warunkach, co i pociski bez zapalników.

Pakunki z amunicją, nadawane do przewozu jako przesyłki zwyczajne, powinny być zabezpieczone od niezamierzonego otwierania ich, a to przez przyśrubowanie pokryw lub odrutowanie pakunków.

Nadawane do przewozu jako przesyłki zwyczajne, paczki z materjałami wybuchowemi lub amunicją powinny posiadać pieczątki nadającej instytucji wojskowej, przyklejone na każdej paczce do pokrywy i jednej bocznej ścianki. Przy ładunkach wagonowych można wzamian tego oplombować drzwi załadowanych wagonów cechą nadającej instytucji.

Nadawanie do przewozu.

Materjały wybuchowe, zapalniki i spłonki, potrzebne dla usunięcia niebezpieczeństwa przy zatorach lodowych i t. p. zjawiskach przyrody, grożących katastrofą, wolno jest w nagłych wypadkach nadawać o każdym czasie bez specjalnego nakazu Min. Spr. Wojskowych jako przesyłki pośpieszne i przewozić wszelkiemi pociągami, również i osobowemi; temi ostatniemi jednak zasadniczo tylko wtedy, gdy można niemi przewozić przesyłki pośpieszne. Materjały

te muszą być przewożone pod eskortą wojskową i nadawane na dworcach, jak również kierowane przez linje, na których nadawanie i przewożenie materjałów wybuchowych nie jest wzbronione.

W pociągach osobowych nie wolno jest przewozić materjałów wybuchowych i zapalników w tym samym wagonie jednocześnie.

W tych przedziałach wagonów osobowych, w których przewożone są materjały wybuchowe lub zapalniki, nie powinno być innych towarów ani osób, nienależących do eskorty. Przewożone materjały wybuchowe i zapalniki muszą być starannie opakowane, paczki owinięte derkami, należycie ułożone i umocowane przy pomocy listew drewnianych. Zapalniki i spłonki, przynależne do przewożonej amunicji wybuchowej, powinna przewozić eskorta w specjalnie przeznaczonych do tego celu torbach lub tornistrach.

Okna i inne otwory w wagonach i przedziałach, w których przewożone są materjały wybuchowe lub zapalniki, powinny być stale zamknięte. Wagonów tych i przedziałów nie wolno oświetlać jak również palić w nich.

Jeżeli w nagłym wypadku materjały wybuchowe w opakowaniu przewożone są pociągiem osobowym, to wagon z temi materjałami powinien być umieszczony w pociągu jako przedostatni, ostatni zaś wagon winien posiadać obsługiwany hamulec. Jeżeli przewozi się materjały wybuchowe i zapalniki w kilku wagonach, to wszystkie te wagony w jednej grupie umieszcza się przed ostatnim wagonem pociągu. Ustawianie przed wagonami z materjałami wybuchowemi specjalnych wagonów ochronnych nie jest w tym wypadku wymagane.

Powyższe ograniczenia, przewidziane przy przewozach materjałów wybuchowych, nie obowiązują przesyłek, nadawanych dla oddziałów wojskowych, użytych do ochrony wewnątrz kraju lub na granicach. W wypadkach tych jednak przesyłki nie mogą być nadawane „za pobraniem" ani oszacowane przy nadawaniu.

Listy przewozowe. Zaświadczenia.

Listy przewozowe na amunicję i materjały wybuchowe, które po przewozie statkiem wymagają dalszego przewozu koleją, o ile tą dalszą wysyłkę uskutecznia umówiony ekspedytor, muszą posiadać

złożone przez wysyłającą instytucję wojskową oświadczenie, odpowiadające wymaganiom załącznika C do przepisów kolejowych. Zaświadczenie chemika, uznanego przez Zarząd Kolei, nie jest przytem wymagane.

Środki przewozu. Załadowanie.

Przy użyciu sił zbrojnych do ochrony wewnątrz kraju lub na granicach Państwa wolno załadowywać nabite pociski bez zapalników w swem przepisowem opakowaniu w razie braku krytych wagonów towarowych lub w miarę potrzeby doładowywać na otwarte wozy kolejowe, przykrywając skrzynie z pociskami pokrowcami ochronnemi; a przy nadawaniu amunicji i materjałów wybuchowych jako ładunki wagonowe w pociągach wojskowych, wolno ładować do jednego wagonu pociski i naboje razem z niewielkiemi ilościami zapalników, jak również z materjałami wybuchowemi, spłonkami pobudzającemi i amunicją sygnałową.

Skrzynki z zapalnikami należy przytem umieszczać w wagonie w pewnem oddaleniu od pozostałej amunicji, a skrzynki z silnemi zapałami (zapalnikami, połączonemi z wkrętkami pobudzającemi) po ułożeniu w wagonie — umocowywać ponadto przy pomocy przykręcanych listewek drewnianych.

Podczas postoju transportu na stacji załadowania wojsko powinno wystawić przy nim wartę.

Jeżeli przesyłane materjały wybuchowe lub amunicja muszą być w drodze od nadawcy do odbiorcy przeładowane, to przy ładunkach jednowagonowych lub większych nadająca przesyłkę instytucja wojskowa winna zorganizować fachowy nadzór nad tym przeładunkiem.

W pociągach wojskowych oprócz amunicji wolno przewozić w nieograniczonych ilościach również i materjały wybuchowe w opakowaniu. Poza tem wolno w nich przewozić jednocześnie żołnierzy, sprzęt wojenny i zwierzęta należące do wojska.

Przy użyciu sił zbrojnych do ochrony wewnątrz kraju lub na granicach wagony pociągów wojskowych, znajdujące się tuż przed wagonami, załadowanemi materjałami wybuchowemi, i tuż za niemi, powinny posiadać obsługiwane hamulce ręczne. Natomiast w wagonach z materjałami wybuchowemi pozostawia się hamulce bez obsługi.

Konwojowanie przesyłek z materjałami wybuchowemi.

Personel kolejowy i eskorta wojskowa transportu do wagonów, załadowanych paczkami z materjałami wybuchowemi, mogą wchodzić tylko dla sprawdzenia stanu wagonów i dokładności załadowania. Wagony te wolno otwierać tylko w obecności komendanta transportu.

Eskorta transportu może jechać w jednym z wagonów osobowych lud towarowych, pełniących w pociągu rolę wagonów ochronnych.

Odbiór przesyłek z materjałami wybuchowemi.

Wymagania rozdziału I a F załącznika C do przepisów kolejowych, dotyczących terminów odbioru przesyłek z materjałami wybuchowemi, nie obowiązują przy przewozie tych przesyłek pociągami wojskowemi. Przesyłki te jednak po przybyciu na stację przeznaczenia powinny być, o ile możliwe, jak najszybciej odebrane i wywiezione z obrębu stacji.